PLANMER STRUCTUURVISIE SCHALIEGAS DEEL B

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

1 juni 2015
077996929:D - Definitief, vertrouwelijk
B02047.000182.0100

Inhoud

Deel B: Effectbeoordeling

1 Inleiding

In voorliggend deel B van het planMER wordt uitgebreid stilgestaan bij de milieuthema's die verband houden met schaliegaswinning in Nederland. Aan de hand van deze thema's, wordt toegelicht welke milieueffecten verwacht kunnen worden ten gevolge van schaliegaswinning. De thema's die worden toegelicht zijn:

- Hoofdstuk 2: Aardbeving en bodemdaling
- Hoofdstuk3: Interferentie met diepe ondergrondse functies
- Hoofdstuk 4: Watervoorziening en afvoer
- Hoofdstuk 5: Bodem en grondwaterkwaliteit
- Hoofdstuk 6: Oppervlaktewaterkwaliteit bij calamiteiten
- Hoofdstuk 7: Verstoring aardkundige en bodemkundige waarden
- Hoofdstuk 8 Verkeer
- Hoofdstuk 9: Externe veiligheid
- Hoofdstuk 10: Luchtkwaliteit
- Hoofdstuk 11: Geluid
- Hoofdstuk 12: Licht
- Hoofdstuk 13: Klimaat
- Hoofdstuk 14: Natuur
- Hoofdstuk 15: Ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie
- Hoofdstuk 16: Archeologie

Voor ieder thema zijn verschillende aspecten beoordeeld. Deze aspecten worden onderscheiden om de effectbeoordeling op een groter detailniveau uit te voeren en daarmee de deelgebieden beter met elkaar te kunnen vergelijken. Toegekende scores van de effectbeoordeling zijn gebaseerd op een vergelijking met de referentiesituatie. Voor alle thema's geldt dat de effecten worden beschreven op basis van een voorbeeldwinning. Deze is toegelicht in paragraaf 2.3 van deel A en uitgebreid beschreven in Bijlage 5. De hoofdstukken met de effectbeoordelingen in deel B zijn eenduidig opgebouwd. Hieronder volgt een korte toelichting van de paragrafen per hoofdstuk.

Beschrijving referentiesituatie
In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan de beschrijving van de huidige situatie voor het betreffende thema. Dit is de situatie zonder schaliegaswinning. Hierbij bestaat de referentiesituatie uit de huidige situatie en de voorziene autonome ontwikkelingen die in het plangebied plaatsvinden. Autonome ontwikkelingen betreffen overige plannen en projecten die (planologisch) zijn vastgesteld.

Toetsingskader
Voor de beoordeling van de milieueffecten van schaliegaswinning zijn een beleidskader en een scoringsmethodiek opgesteld. Die vormen samen het toetsingskader.

Voor de thema's is meestal wet- en regelgeving geformuleerd die dienen als normering waaraan de effecten van schaliegaswinning getoetst worden. Bij overschrijding van deze normering wordt een negatieve beoordeling gegeven. In de scoringsmethodiek wordt beschreven hoe de effectbeoordelingen tot standkomen, waar mogelijk met referentie naar het beleidskader en grenswaarden. De scoringsmethodiek

gaat uit van een vijfpuntschaal die uiteenloopt van een positieve effectbeoordeling tot een negatieve effectbeoordeling.

Effectbeoordeling
Op basis van het toetsingskader is de effectbeoordeling uitgevoerd. In sommige hoofdstukken is hierin onderscheid gemaakt tussen landschapstypen en deelgebieden, in andere hoofdstukken is de effectbeoordeling voor de landschapstypen niet onderscheidend en is alleen een effectbeoordeling gedaan op het niveau van deelgebieden (zie voor een beschrijving van de landschapstypen paragraaf 4.1.2 van deel A en voor een beschrijving van de deelgebieden paragraaf 4.1.3. van deel A). Voor ieder landschapstype en/of deelgebied is een effectbeoordeling in kleur en een tekstuele effectbeschrijving weergegeven. Deze worden kort toegelicht en vervolgens samengevat in een algemeen overzicht. Hierin kunnen de landschapstypen en/of deelgebieden met elkaar worden vergeleken.

Grensoverschrijdende effecten
Activiteiten in het plangebied, in dit geval de schaliegaswinning, kunnen ook effecten buiten het plangebied hebben. In dit planMER zijn zowel de effecten binnen als buiten het plangebied beschouwd. Hierbij zijn ook de mogelijke grensoverschrijdende effecten met Vlaanderen, Wallonië en Duitsland betrokken. In deze paragraaf wordt toegelicht of en zo ja welke grensoverschrijdende effecten aan de orde kunnen zijn.

Cumulatie
In de milieubeoordeling is tevens ingegaan op de mogelijke cumulatie van effecten als gevolg van meerdere voorbeeldwinningen in een deelgebied. Per milieuthema is aan de hand van twee ruimtelijke scenario's beschouwd in hoeverre er sprake kan zijn van cumulatieve effecten als gevolg van meerdere voorbeeldwinningen in een gebied. Zie voor een beschrijving van deze schario's paragraaf 2.4 van deel A. Bij cumulatie is beoordeeld of deze scenario's leiden tot een andere effectbeoordeling dan de beoordeling van één voorbeeldwinning.

Gevoeligheidsanalyse
Het uitgangspunt voor de effectbeoordeling in het planMER is de voorbeeldwinning. In de praktijk is elke schaliegaswinning uniek. De kans is minimaal dat een eventuele toekomstige winning in Nederland precies overeenkomt met de voorbeeldwinning. Hoe een schaliegaswinning er precies uitziet is afhankelijk van allerlei factoren, zoals de aanwezige hoeveelheid van schaliegas, de diepte en de dikte van de schalielaag en kenmerken van de bovengrond.

In de praktijk zal het daarom zijn dat bepaalde uitgangspunten hoger of lager uitvallen. De gevoeligheidsanalyse beschrijft voor welke uitgangspunten een afwijking gevolgen heeft voor de effectbeooordeling.

Aandachtspunten voor de verdere planvorming
Naar aanleiding van de analyse en de effectbeoordeling komen punten naar voren die aandacht behoeven bij het opstellen van de Structuurvisie Schaliegas. Deze paragraaf beschrijft deze aandachtspunten, waaronder randvoorwaarden, zoals minimale afstanden en maatregelen die negatieve effecten van schaliegaswinning kunnen beperken.

Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma
Tot slot worden de leemten in kennis aangekaart, die een effect kunnen hebben op de effectbeoordeling. Een evaluatieprogramma heeft tot doel om vast te stellen of de daadwerkelijke effecten overeenstemmen met de effectbeschrijving in het MER.

2 Aardbevingen en bodemdaling

Het injecteren van vloeistoffen in de schalielagen om deze te kraken (fracken) gaat gepaard met kleine aardschokken, die, in theorie, trillingen aan het maaiveld kunnen veroorzaken (micro-seismische gebeurtenissen). Er zijn in de Verenigde Staten en in het Verenigd Koninkrijk aardbevingen voorgekomen ten gevolge van het fracken. Veruit de meeste geïnduceerde (door de mense opgewekte) aardbevingen in de Verenigde Staten worden veroozaakt door het onder hoge druk injecteren van afvalwater in de diepe ondergrond. Diepe delfstoffenwinning gaat in sommige gevallen gepaard met daling van het maaiveld. Dit hoofdstuk beschrijft en beoordeelt de kans op het voorkomen en het effect van microseismische trillingen, aardbevingen, en bodemdaling ten gevolge van schaliegaswinning.

Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:
- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 2.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 2.2)*
- *Beoordelingskader (paragraaf 2.3)*
- *Effectbeoordeling per deelgebied (paragraaf 2.4)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 2.5)*
- *Cumulatie(paragraaf 2.6)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 2.7)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 2.8)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 2.9)*

2.1 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

2.1.1 VOORKOMEN AARDBEVINGEN IN NEDERLAND

Aardbevingen hangen samen met bewegingen van gesteentemassa's langs breuken. Een breuk is een vlak waarlangs de gesteentemassa's aan weerszijden verschoven zijn ten opzichte van elkaar. Breuken bestaan zelden uit een enkel vlak. Gewoonlijk vormen zij (sub)parallelelle vlakken waarlangs verschuiving heeft plaatsgevonden. Dit zijn breukzones. Breuken kunnen in het verleden actief zijn geweest of nog steeds actief zijn. Wanneer een plotselinge verschuiving langs een breuk optreedt, heeft dit een aardschok of aardbeving[1] tot gevolg.

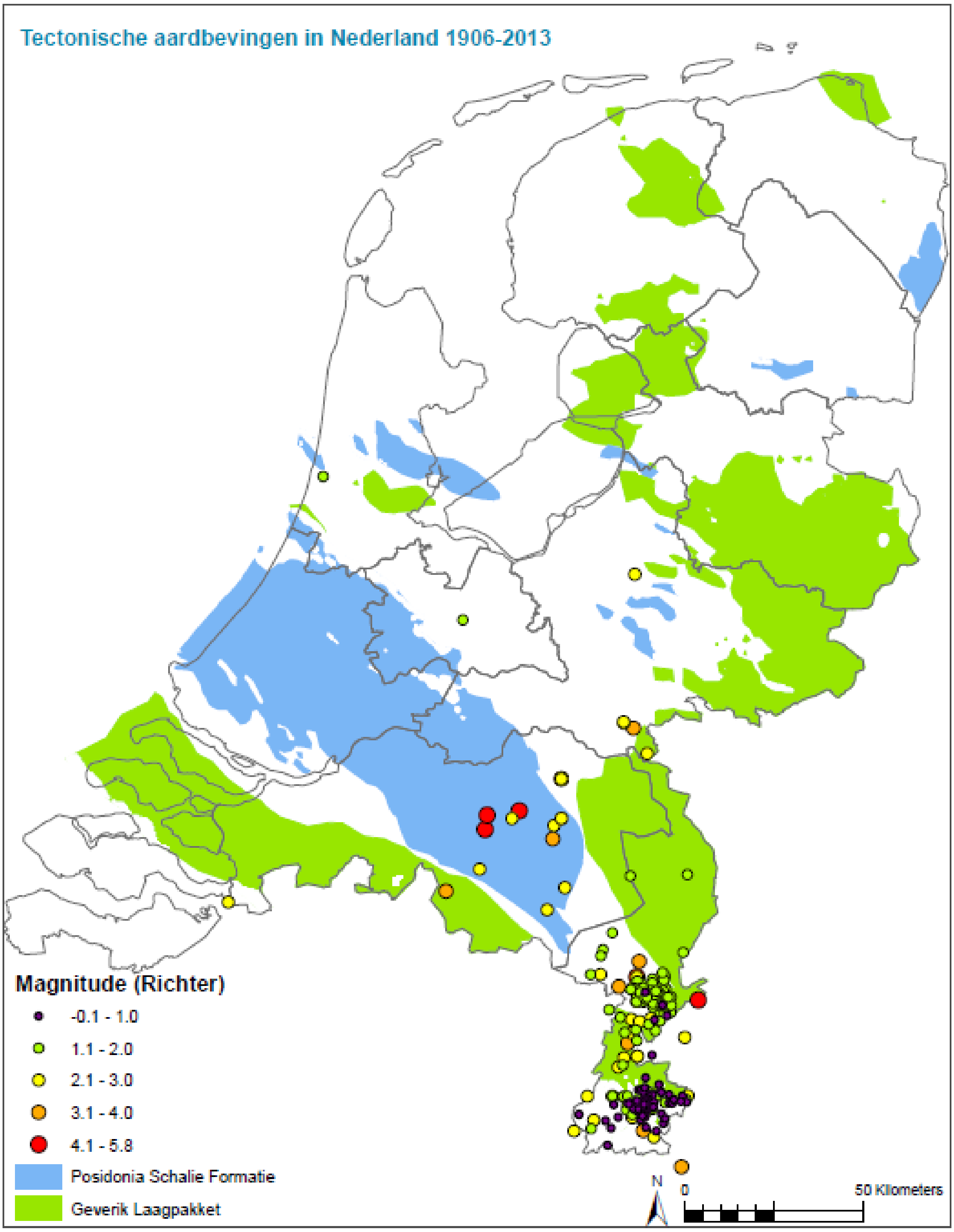
Tussen 1906 en 2013 zijn in Nederland 460 natuurlijke, tectonische bevingen (aardbevingen die niet veroorzaakt zijn door gaswinning) geregistreerd (KNMI, 2014). Van 440 aardbeving is een magnitude[2]

---

[1] Beide termen worden door elkaar gebruikt zonder dat er een duidelijk onderscheid tussen de twee is. Soms wordt "aardschok" gebruikt voor een kortstondige aardbeving.

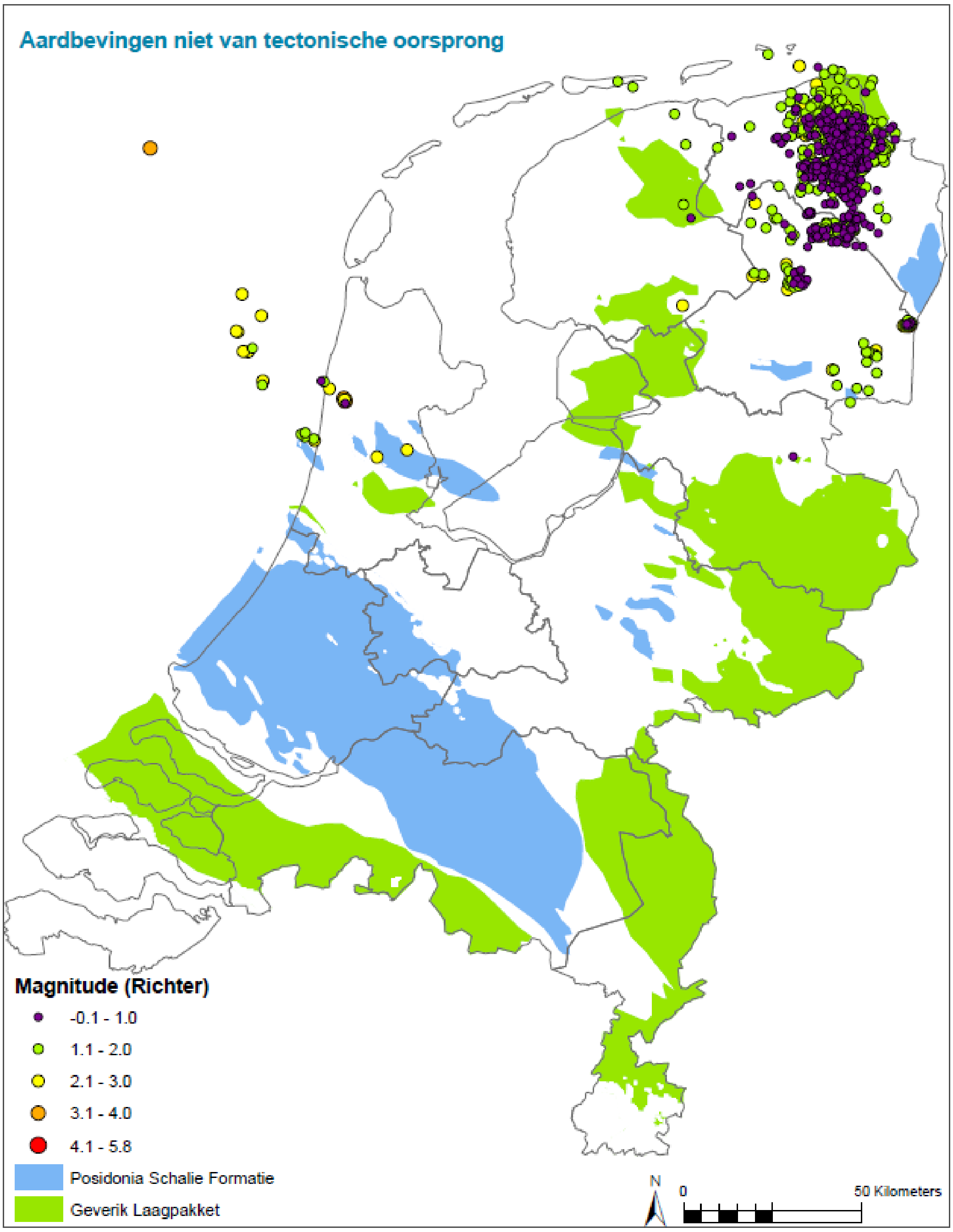
[2] De magnitude of sterkte van een aardbeving wordt vaak uitgedrukt in een waarde op de schaal van Richter. Deze waarde hangt samen met de energie die vrijkomt bij een aardbeving. De schaal van Richter is logaritmisch. Of een beving gevoeld kan worden aan het maaiveld hangt af van de magnitude en van de diepte van de beving. Bevingen met een magnitude van 1 of kleiner worden niet door mensen waargenomen. Ondiepe bevingen, zoals die samenhangen met de conventionele aardgaswinning in Groningen, kunnen al worden gevoeld bij een magnitude die net groter is dan 1. Diepe bevingen, zoals die regelmatig voorkomen in Zuid-Limburg, worden pas gevoeld bij een veel grotere magnitude, bijvoorbeeld 3. Er zijn naast de schaal van Richter ook andere schalen om de sterkte van een aardbeving aan te duiden. In dit document is, tenzij anders is aangegeven, altijd de schaal van Richter gebruikt.

gerapporteerd. De bevingen komen voornamelijk in het zuiden en midden van Nederland voor. Bevingen met een magnitude van 1 of kleiner zijn vrijwel allemaal pas vanaf het jaar 2000 geregistreerd omdat sinds die datum het monitoringsnetwerk voldoende gevoelig was. Dit betreft 142 van deze kleine bevingen en deze hebben allemaal in zuid en midden Limburg plaatsgevonden. Deze komen dus met een gemiddelde van bijna 11 bevingen per jaar voor. Bevingen vanaf 1 worden nog steeds niet overal opgepakt. Over het algemeen is het detectieniveau tussen de 1.5 en 2.0.



Figuur 2.1 Tectonische aardbevingen in Nederland tussen 2006-2013 (KNMI, 2014)

Aardbevingen in Nederland door conventionele gaswinning
Naast de natuurlijke, tectonische aardbevingen, zijn er door gaswinning geïnduceerde bevingen in Nederland geregistreerd, de meeste in de provincie Groningen. In 2013 zijn hier 29 aardbevingen met een magnitude van 1.5 of meer geregistreerd. Bij conventionele aardgaswinning ontstaan er spanningsverschillen langs bestaande breuken in de gasvelden door compactie[3] van het reservoirgesteente. Deze oplopende spanning ontlaadt zich regelmatig in aardbevingen. Compactie van het reservoirgesteente zal zich niet of nauwelijks voordoen bij schaliegaswinning. Bij schaliegaswinning hangt het risico op aardbevingen samen met het fracken.



Figuur 2.2 Aardbevingen van niet-tectonische oorsprong t/m 2014 (KNMI, 2014)

[3] Compactie is het samendrukken van een bepaalde gesteentelaag. Bijvoorbeeld het samendrukken van zandsteen zodra er aardgas uit is gehaald; onder druk van de aardlagen erboven treedt er dan compactie op.

Aardbevingen door injectie van afvalwater
Injectie van afvalwater in de omgeving van breuken (tot honderden meters van een breuk, (Davies, 2013)) kan leiden tot (re)activering van de breuken met aardbevingen van grotere magnitudes dan het fracken zelf tot gevolg. Het effect van waterinjectie op het voorkomen van aardbevingen lijkt sterker te zijn dan dat van de schaliegasproductieputten zelf (o.a. (Van der Elst, et al., 2013); (Keranen, et al., 2013)). Van der Elst et al. (2013) hebben bijvoorbeeld aangetoond dat de aardbeving met een magnitude van 5.6 op de schaal van Richter die in Oklahoma tot de vernietiging van 14 huizen en twee gewonden leidde, gerelateerd is aan afvalwaterinjectie. De magnitude van de door frack- en waterinjectie veroorzaakte bevingen hangt samen met de hoeveelheid vloeistof die in een bepaalde tijd geïnjecteerd wordt tot een druk boven de daar van nature heersende druk. Dit is bij afvalwaterinjectie een grotere hoeveelheid, wat waarschijnlijk de grotere magnitude van de hierdoor veroorzaakte bevingen verklaart. Bijzonder hierbij is dat het schaliegasgebied in Oklahoma geen gebied is met natuurlijke grote seismische activiteit. Afvalwaterinjectie kan bestaande, niet-actieve breuken reactiveren, wat kan leiden tot aardbevingen.

In de voorbeeldwinning wordt niet uitgegaan van het diep injecteren van afvalwater dat bij de winning van schaliegas vrijkomt. In Nederland is het wettelijk niet toegestaan afvalwater dat als meegeproduceerd water bij de olie- en gaswinning vrijkomt door diepe injectie te lozen, anders dan in lege olie- en gasreservoirs, gasvelden of zoutcavernes. Injectie van dit afvalwater vindt in Nederland alleen plaats in lege olie- en gasreservoirs. Er worden wel (vaste) reststoffen van de zoutwinning teruggevoerd in zoutcavernes. Waterinjectie wordt aan het Landelijk afvalbeheerplan (LAP) getoetst. Hierin staat beschreven, onder welke voorwaarden waterinjectie mag worden toegepast.

Afvalwaterinjectie in olie- en gasreservoirs waar seismische activiteit door de winning is veroorzaakt brengt mogelijk een extra risico op aardbevingen met zich mee. Daarom wordt in Nederland alleen afvalwaterinjectie toegestaan in uitgeproduceerde olie- en gasreservoirs waar de olie- en gaswinning geen bevingen hebben veroorzaakt. Tevens wordt, anders dan in de praktijk in de VS, de injectiedruk beperkt tot de druk die in het reservoir heerste, waardoorde kans op veroorzaken van bevingen wordt beperkt. Aan de andere kant kan waterinjectie in de lege gasreservoirs verdere compactie van het reservoir en daarmee het voorkomen van bodemdaling tegengaan (CE Delft, 2004).

In Nederland wordt sinds 1972 water dat met het olie- en gas meekomt terug geïnjecteerd in de diepe ondergrond. Op het vasteland van Nederland zijn weinig door waterinjectie geïnduceerde bevingen bekend. Dit is mogelijk te wijten aan het feit dat de injecties tot dusver in gebieden plaatsvinden die van nature weinig seismische activiteit kennen en daardoor weinig kritisch gespannen breuken hebben.

- Op 26 november 2009 is bij De Hoeve een aardbeving met een magnitude van 2.8 opgetreden in de omgeving van een kleinschalige waterinjectie die samenhing met gaswinning door Vermilion. Vermilion concludeerde dat de beving waarschijnlijk samenhing met de waterinjectie.
- In Borgsweer, waar waterinjectie op ruim 3 km diepte plaatsvindt, is wel in 2013 een beving met een magnitude van 0.9 op de schaal van Richter geregistreerd. Hier vindt echter ook gaswinning plaats en deze beving is niet rechtstreeks aan de waterinjectie toe te schrijven.

Afvalwaterinjectie in de nabijheid van breuken levert daarom een grote kans op aardbevingen op. Injectie in bestaande (lege) olie- en gasreservoirs kunnen eveneens tot een kans op aardbevingen leiden. Afvalwaterinjectie op geruime afstand van breuken en buiten de zones B, C en D uit Figuur 2.4 geeft een geringe kans op aardbevingen. Dat deze kans ook in deze gebieden niet nihil is blijkt uit het feit dat in de VS bevingen zijn geïnduceerd in niet kritisch gespannen breuken en op kilometers van de injectieput. In Oklahoma stelt de Oklahoma Corporation Commission (OCC), die onder andere het boren naar olie en gas reguleert, sinds februari 2015 speciale eisen ten aanzien van seimiciteit bij vergunningaanvragen voor afvalwaterinjecties binnen 3 mijl (bijna 5 km) van seismisch actieve breuken of gestresste breuken en 6 mijl (10 km) van concentraties van aardbevingen. De OCC houdt er rekening mee dat binnen dergelijke afstanden door afvalwaterinjectie geïnduceerde bevingen kunnen voorkomen.

2.1.2 KANS OP AARDBEVINGEN IN NEDERLAND

De kans op een aardbeving als gevolg van boren of fracken hangt samen met de aanwezigheid van breuken en met de mate waarin de aanwezige breuken onder spanning staan. Wanneer door een boring of een frack vloeistof in een breuk wordt geïnjecteerd, wordt de wrijving tussen de gesteentelagen aan weerszijden van de breuk verminderd, waardoor de opgebouwde spanning over de breuk door middel van een beving vrij kan komen.

In opdracht van het Ministerie van EZ heeft TNO de breuken gekarakteriseerd in de gebieden waarin potentieel gashoudende schalielagen voorkomen (van Gessel, et al., 2014). In deze studie is de aanwezigheid en ligging van breuken voor een deel bepaald op basis van 3D seismische data en seismische variantie analyse. In de Roerdal Slenk is de beschikbare informatie beperkter (2D seismische lijnen, weinig boringen) en is het weergegeven breukenbeeld onzeker en minder compleet. Voor het Geverik Laagpakket is het algemene beeld van de diepteligging en de breuken het minst compleet en wordt de weergegeven breukendichtheid gezien als een sterke onderschatting van het werkelijke aantal breuken. De diepteligging van het Geverik Laagpakket is ook nog onzeker (van Gessel, et al., 2014). In het algemeen geldt dat hoe groter de diepte die met seismiek onderzocht wordt, hoe minder detail zichtbaar is op de seismiek. Verder maakt gebrek aan boringen tot grote diepte de vertaling van seismische signalen naar bijbehorende dieptes (tijd-diepte conversie) onzekerder.

De kans dat de aanwezige breuken nog seismisch actief zijn is in het TNO rapport (van Gessel, et al., 2014) op drie manieren benaderd:

1. Voor het bepalen van de neiging tot beweging wordt uitgegaan van een kinematische benadering. Hierbij wordt gekeken naar de regionale spanningen die werken op het deel van de aardkorst waar Nederland ligt en de richting waarin de breuken lopen. Breuken die parallel aan de richting van dit spanningsveld lopen hebben een grotere kans om geactiveerd te worden. De richting van maximale horizontale spanning van het regionale horizontale spanningsveld in Nederland ligt ongeveer evenwijdig aan de lengteas van de Roerdal Slenk en het West-Nederland Bekken. Hieruit volgt dat breuken die parallel aan de richting van de maximale horizontale spanning lopen (dus evenwijdig aan de lengteas van de Roerdal Slenk) kinematisch gezien een grotere kans hebben om gereactiveerd te worden dan breukvlakken die onder een grotere hoek op de richting van maximale horizontale spanning staan (dwars op de lengteas van de Roerdal Slenk).
2. Nederland is ingedeeld naar zones van seismische activiteit op basis van kans op het overschrijden van bepaalde horizontale piek grondversnellingen (peak ground acceleration, PGA[4]). Voor zones A, B, C en D zijn deze versnellingen respectievelijk 10, 22, 50 en 100 cm/sec^2.
3. Het doorlopen van breuken vanuit het Geverik Laagpakket en vooral de Posidonia Schalie Formatie tot in meer recente pakketten is eveneens een aanwijzing voor het nog actief zijn van breuken.

Het seismische beeld impliceert dat de kans op het voorkomen van kritisch gestreste breuken het grootst is in het zuidelijke en zuidoostelijke deel van Nederland en dat deze kans afneemt in westelijke en noordelijke richting (van Gessel, et al., 2014).

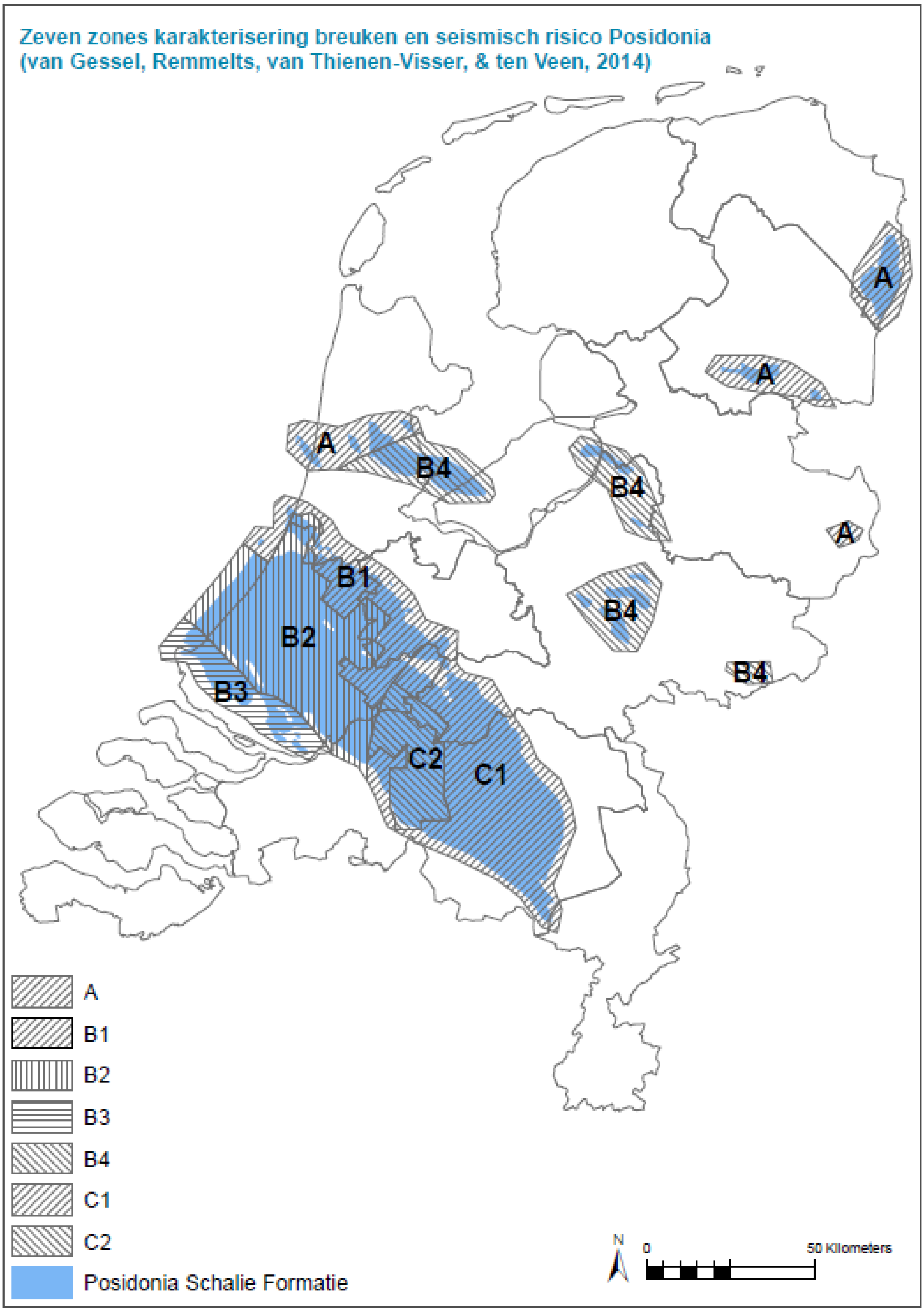
De analyse door TNO heeft geleid tot een onderverdeling in 7 zones voor de seismiciteit van de breuken in de Posidonia Schalie Formatie en 5 zones voor het Geverik Laagpakket. Deze zijn hieronder in Tabel 2.1, Figuur 2.3 en Figuur 2.4 samengevat op basis van de TNO studie (van Gessel, et al., 2014).

[4] De PGA geeft de maximale versnelling van het aardoppervlak tijdens een beving weer. Deze parameter wordt als beste maat voor eventuele schade aan bebouwing gezien bij matige aardbevingen.

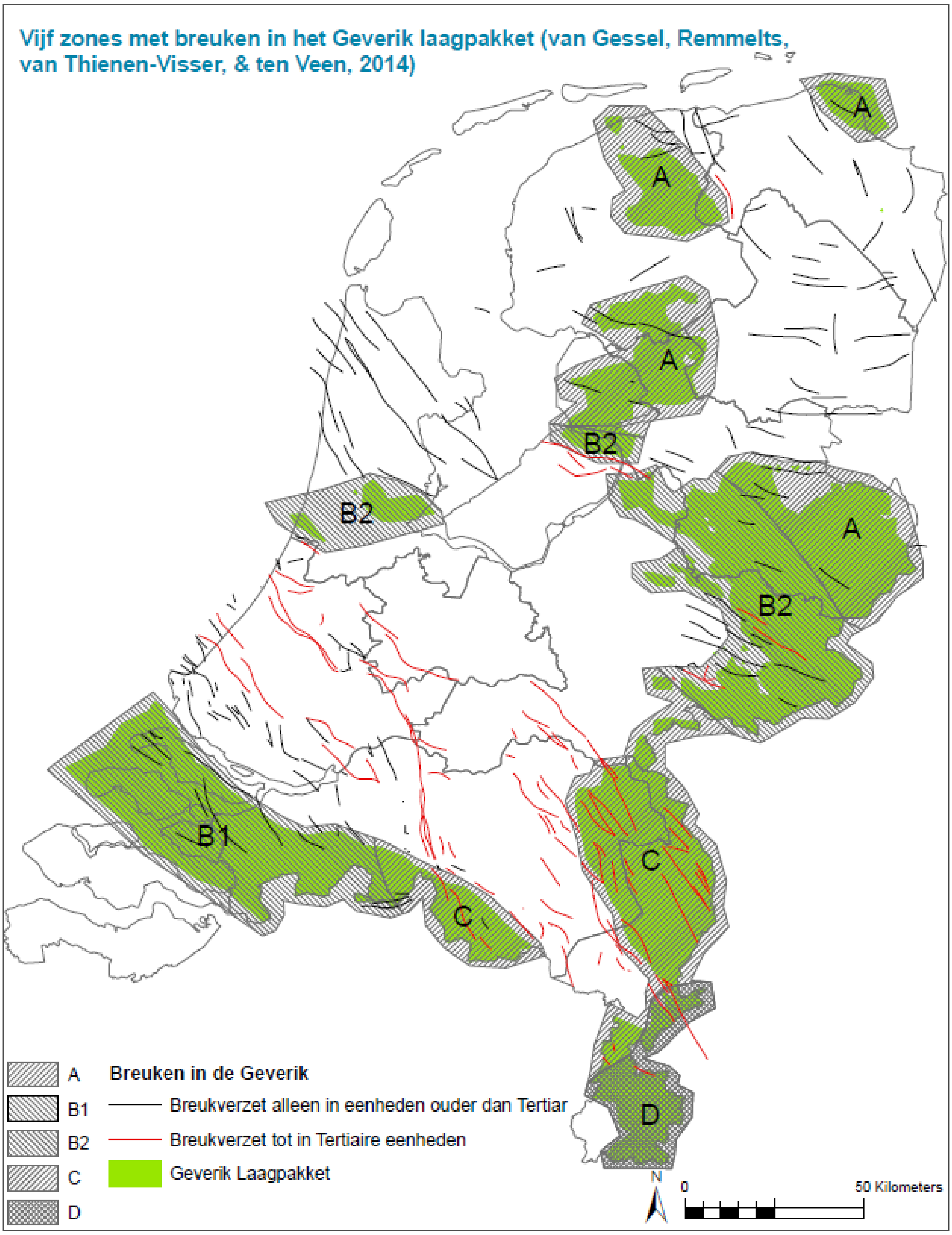
Zone	Samenvatting eigenschappen
A	▪ Kans op overschrijden van een PGA van 10 cm/sec^2 bij natuurlijke bevingen. ▪ Weinig natuurlijke aardbevingen. ▪ Het Geverik Laagpakket is aanwezig. De Posidonia Schalie Formatie is nauwelijks aanwezig. In Zone A zijn in de laatste 100 jaar geen natuurlijke bevingen geregistreerd. Met name in Groningen, Friesland en Noord-Holland zijn echter wel veel bevingen bekend die zijn opgetreden als gevolg van de conventionele gaswinning hetgeen het gevolg is van bodemcompactie. Dit is een proces dat niet optreedt bij schaliegaswinning. De Posidonia Schalie Formatie is nauwelijks aanwezig in Zone A. Het Geverik Laagpakket heeft wel een grotere verbreiding. De breukenkartering van het Geverik Laagpakket is incompleet en nog onzeker. De meeste breuken zijn lang geleden ontstaan en er zijn geen aanwijzingen van recente activiteit wat impliceert dat de huidige breuken niet kritisch gestrest zijn.
B1 B2 B3 B4	▪ Kans op overschrijden van een PGA van 22 cm/sec^2. ▪ Slechts zeer sporadisch bevingen geregistreerd. ▪ Zowel Posidonia Schalie Formatie als Geverik Laagpakket aanwezig De gekarteerde breuken hebben hier geen merkbaar verzet aan maaiveld. Een aantal heeft wel een verzet binnen de Vroeg-Tertiaire en Pleistocene eenheden. Binnen Zone B1 van de Posidonia Schalie Formatie is alleen 2D seismiek beschikbaar. Daarnaast moet in deze zone de actualisatie van het digitale geologische model (DGM) nog worden afgerond. Met name in dit deel zijn jongere breuken aanwezig (tot in Pleistocene afzettingen) die uitlopers vormen van de actieve breuken in Zone C. Zones B2 en B3 zijn bedekt door 3D seismiek. Zeer complex breukbeeld met vele kleinere breuken die alleen de eenheden van Jura en Vroeg-Krijt ouderdom beïnvloeden. In Zone B2 hebben de belangrijkste breukbewegingen plaatsgevonden voor ca. 20 miljoen jaar geleden. In Zone B3 zijn de breukbewegingen grotendeels nog ouder. Zone B4 betreft kleine, verspreide voorkomens van de Posidonia Schalie Formatie.
C	▪ Kans op overschrijden van een PGA van 50 cm/sec2. ▪ Seismisch actief. ▪ Geverik Laagpakket aanwezig Het breukenbeeld is sterk incompleet en de werkelijke breukendichtheid wordt hier groter geacht dan op de kaarten weergegeven.
C1 C2	▪ Kans op overschrijden van een PGA van 50 cm/sec^2. ▪ Seismisch actief. ▪ Posidonia Schalie Formatie aanwezig Grote breuksystemen die veelal een verzet vertonen tot in Tertiaire en Pleistocene eenheden en enkele zelfs tot aan maaiveld. De breukeninterpretatie van Zone C2 berust op 3D seismiek en is ten opzichte van Zone C1 het meest accuraat en volledig. De breukeninterpretatie van Zone C1 berust op 2D seismiek en is voor een belangrijk deel nog in bewerking. Het is waarschijnlijk dat de gekarteerde breukendichtheid in Zone C2 ook representatief is voor Zone C1.

Zone	Samenvatting eigenschappen
D	▪ Kans op overschrijden van een PGA van 100 cm/sec^2. ▪ Meeste natuurlijke seismiciteit. ▪ Posidonia Schalie Formatie afwezig. Het breukenkaartbeeld van het Geverik Laagpakket is in dit gebied incompleet.

Tabel 2.1 Een onderverdeling in 7 zones voor de seismiciteit van de breuken in de Posidonia Schalie Formatie en 5 zones voor het Geverik Laagpakket (van Gessel, et al., 2014)



Figuur 2.3 Zeven zones karakterisering breuken en seismisch risico Posidonia Schalie Formatie (van Gessel, et al., 2014)



Figuur 2.4 Vijf zones met breuken in het Geverik Laagpakket (van Gessel, et al., 2014)

In Tabel 2.2 is de referentiesituatie per deelgebied voor de kans op aardbevingen weergegeven.

Deelgebied	Kans op aardbeving*
Zuid-Limburg	D
Noord-Brabant/ Noord-Limburg	C
Oost-Nederland	A/B
Noord-Nederland	A
Groene Hart	B
Laag Holland	B
Flevoland	B
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	B
Zuidvleugel	B
Kustzone	B

* Conform risicoprofiel in (van Gessel, et al., 2014), waarbij D het grootst is en A het kleinst.

Tabel 2.2 Referentiesituatie per deelgebied kans op aardbeving

2.1.3 BODEMDALING IN NEDERLAND

Er treden in Nederland drie typen bodemdaling op:

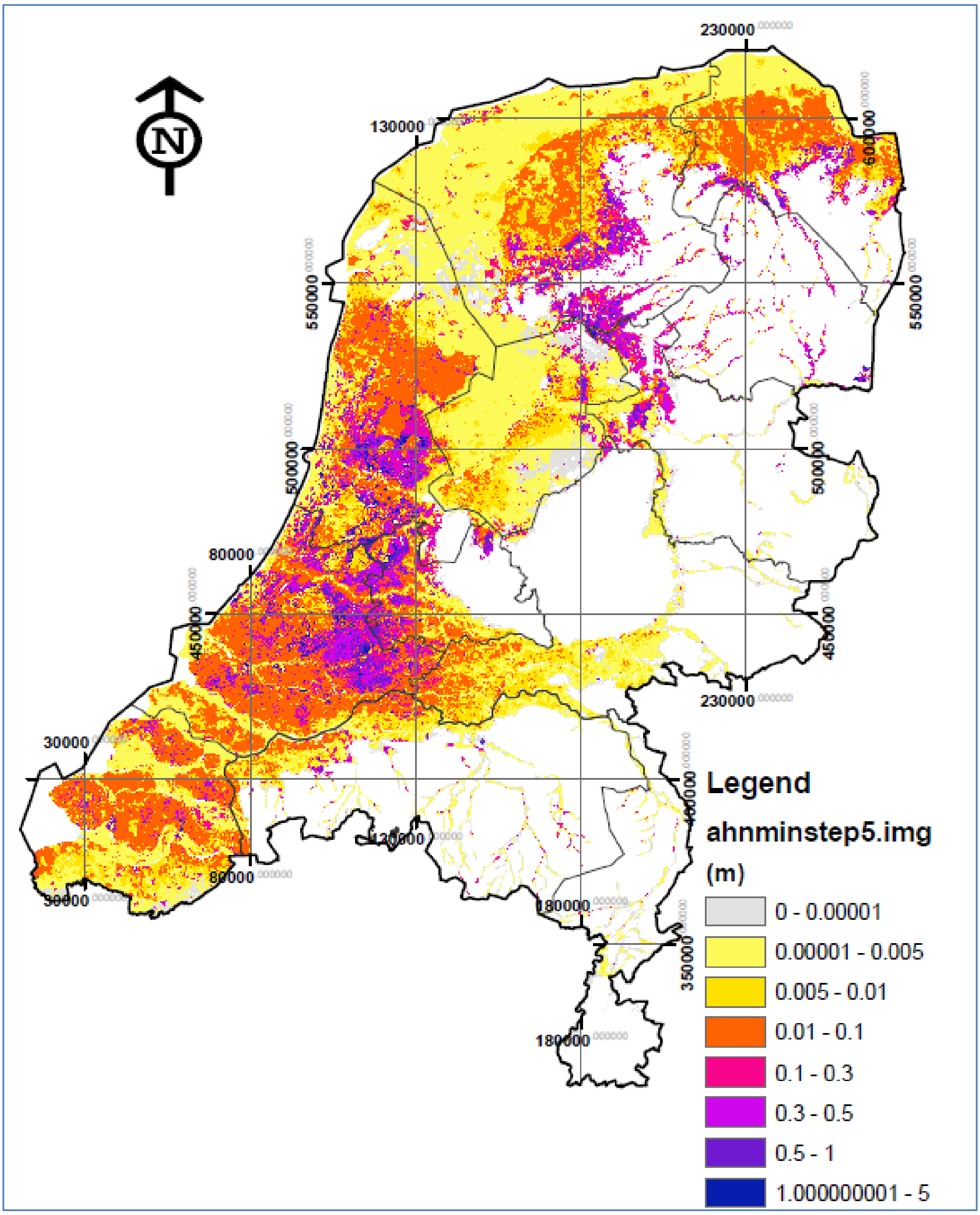
- Natuurlijke bodemdaling ten gevolge van geologische processen;
- Bodemdaling als gevolg van waterbeheer;
- Bodemdaling veroorzaakt door (diepe) delfstoffenwinning.

De natuurlijke, geologische bodemdaling wordt veroorzaakt door tektonische processen (beweging van de aardkorst langs breuken), isostasie (bijvoorbeeld het “opveren” van de aardkorst door het smelten van de ijskappen na de ijstijden veroorzaakt op andere plaatsen een daling van de aardkorst) en de natuurlijke compactie van kleilagen door de druk van bovenliggende lagen. Deze processen veroorzaken dalingen van het maaiveld in Nederland van enkele centimeters per eeuw. Tektonische processen veroorzaken een stijging van het maaiveld in het zuidoosten van Nederland.

Ontwatering en drooglegging van polders veroorzaken samendrukking van slappe bodemlagen (klei en veen) en oxidatie van veen. Bij de huidige drooglegging en huidig klimaat kunnen deze processen in bepaalde delen van het land tot een maaivelddaling van meer dan 1 meter leiden in de komende 50 jaar.

Diepe delfstoffenwinning (olie, gas, zout) veroorzaakt in Nederland bodemdaling. Gaswinning leidt tot een maximum bodemdaling van enkele centimeters tot enkele decimeters in de grootse delen van de gebieden waar gas wordt gewonnen. De grootste tot 2010 gemeten daling (sinds het begin van de gasproductie) bedraagt momenteel circa 30 centimeter in de omgeving van Loppersum (NAM, 2010). Deze daling is het gevolg van onttrekking uit het grote Groninger gasveld. Kleinere gasvelden leiden over het algemeen tot beperktere dalingen. Zoutwinning leidt tot vergelijkbare (en soms grotere) bodemdalingen.

In Figuur 2.5 is weergegeven tot welke bodemdaling het peilbeheer en de huidige ontwatering bij het huidige klimaat in 50 jaar kunnen leiden. Wanneer rekening wordt gehouden met klimaatverandering, dan kan deze daling plaatselijk nog enkele decimeters groter zijn.



Figuur 2.5 Maaivelddaling (m) na 50 jaar als gevolg van handhaving van huidige drooglegging bij huidig klimaat. (De Lange & Gunnink, 2013)

2.2 BELEIDSKADER

Er bestaat momenteel geen norm die een limiet stelt aan de magnitude van trillingen of bevingen. Ook is er geen wettelijke verplichting seismisch onderzoek naar de aanwezigheid van breuken uit te voeren. Dergelijk onderzoek kan wel geëist worden om het geologische onderzoek bij een opsporingsvergunning goed te kunnen beoordelen. In de Mijnbouwwet zijn eisen opgenomen ten aanzien van bodembeweging.

Mijnbouwwet
In hoofdstuk 4 van de Mijnbouwwet staat onder andere dat de (laatste) houder van de vergunning alle maatregelen dient te nemen die redelijkerwijs gevergd kunnen worden om te voorkomen dat als gevolg van de met gebruikmaking van de vergunning verrichte activiteiten schade door bodembeweging wordt veroorzaakt.

Winningsplan
In de Mijnbouwwet is ook vastgelegd dat het winnen van delfstoffen dient te geschieden in overeenstemming met een (winnings)plan, dat instemming van de Minister van EZ behoeft. De mijnbouwwet eist een analyse van het risico op bodembeweging, de maatregelen om het optreden van bodembeweging te voorkomen en maatregelen om schade ten gevolge ervan te beperken. In de mijnbouwwet wordt er rekening mee gehouden dat het risico op schade door bodembeweging tussentijds kan wijzigen. In dit geval moet de mijnbouwonderneming het winningsplan aanpassen en aangeven hoe bijvoorbeeld bij een toegenomen risico de winning zo wordt aangepast, dat het risico op schade afneemt tot een aanvaardbaar niveau.

Controle
Het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) en TNO beoordelen de vergunningaanvragen en adviseren de minister. Als zij concluderen dat er te weinig of onvolledig of slecht onderzoek aan de aanvraag ten grondslag ligt, kan de minister besluiten de aanvraag af te wijzen.

Microseismiciteit
Stichting Bouwresearch (SBR) heeft de Beoordelingsrichtlijn (BRL) “Trilling: meet- en beoordelingsrichtlijnen, deel C - Storingen aan apparatuur” uitgegeven om de effecten van bouwgerelateerde (bv. heien) trillingen te beoordelen. Deze BRL is echter niet toepasbaar op door het boren en fracken veroorzaakte trillingen.
Naast storingen aan apparatuur is het bekend dat trillingen die bijvoorbeeld worden veroorzaakt door heiwerkzaamheden in de nabijheid van grondwaterputten verstoppingen van die putten kunnen veroorzaken door mobilisatie van organische stof in het watervoerend pakket of van de kleipproppen rond grondwaterputten. Voor deze effecten bestaat evenmin een beleidskader.

2.3 BEOORDELINGSKADER

De kans op het optreden van aardbevingen en bodemdaling en de effecten die een aardbeving of bodemdaling hebben bepalen het risico (risico=kans x effect) van deze verschijnselen. In navolgende paragrafen zijn de kans en de effecten beschreven. Daarnaast zijn de beoordelingskaders voor de verschillende beoordelingscriteria weergegeven.

2.3.1 AARDBEVINGEN

Kans op door schaliegaswinning veroorzaakte aardbevingen
De kans op het optreden van een aardbeving ten gevolge van schaliegaswinning hangt samen met de kans dat er breuken in de schalieformaties aanwezig zijn. Door directe injectie van frack vloeistof in een grote breuk kan deze opengeduwd worden waardoor deze kritisch wordt en een beving kan optreden. Frack vloeistof smeert de breuk waardoor een beving groter kan zijn. Kritisch gestreste breuken zullen sneller tot een aardbeving leiden, maar overige (niet gestreste)breuken verlagen de kans op een beving niet. De aanwezigheid van kritisch gestreste breuken is in paragraaf 2.1.1 voor verschillende deelgebieden beschreven.

Breuken waarlangs natuurlijke, tectonische beweging plaatsvindt, bouwen spanning op die door regelmatige kleine schokken of door ontlading van spanning die niet regelmatig plaatsvindt (als gevolg van aardbevingen), weer wordt ontladen. Reactivering van gestreste breuken en daaruit voorvloeiende seismische activiteit kan worden veroorzaakt door fracken, omdat dit de vloeistofdruk in een breukzone kan verhogen en hierdoor de effectieve weerstand langs de breukvlakken wordt verminderd. Davies (2013) noemt drie mechanismen waarlangs dit kan gebeuren:

1. de frack vloeistof of daardoor verdrongen poriënwater kan de breuk binnendringen;
2. er kan een directe verbinding tussen de fracks en de breuk ontstaan, waardoor de in de frack opgebouwde druk wordt uitgeoefend op het breukvlak en;
3. door de poro-elastische eigenschappen[5] kan het gesteente vervormen, waardoor de vloeistofdruk in de breuk kan toenemen.

Vloeistoffen of een drukgolf door de vloeistoffen tijdens het fracken kan via de volgende routes een breuk bereiken: a) direct vanuit de boring, b) door de nieuwgevormde fracks, c) door al bestaande barsten en kleinere breuken en d) door het netwerk van poriën, permeabele lagen of langs laagvlakken.

De gereactiveerde breuk kan bij deze processen door de boring worden doorsneden of het boorgat kan tientallen tot honderden meters van de breuk liggen (Davies, 2013). Om deze redenen is het belangrijk dat de boringen en frack operaties op ruime afstand blijven van breuken die gereactiveerd zouden kunnen worden. Welke minimale horizontale afstand hierbij gehanteerd zou moeten worden, is niet in algemene zin te beschrijven. Dit hangt onder andere af van de mogelijke routes tussen frack en breuk (zie verschil tussen a) en b) zoals beschreven), bijvoorbeeld door de aanwezigheid van permeabele lagen boven de schalie, de hellingshoek van nabije breuken, enzovoorts. Een veilige afstand zal daarom door locatiespecifiek onderzoek bepaald moeten worden. Door onder andere geofysisch onderzoek zijn deze eigenschappen te bepalen. De meeste breuken zijn sub-verticaal. Een hellingshoek (dip) groter dan 45 graden kan voorkomen, maar de meeste breuken zijn steiler. Als deze hoek als rekenvoorbeeld wordt genomen en een maximale verticale frack hoogte van 600 m (maximale frack hoogte gemeten in de VS is 588 m) wordt aangenomen, dan moet de frack activiteit op een minimale horizontale afstand van 600 m van de breukzone blijven. Wanneer de door Geiser (2012) gesuggereerde afstand van 1000 m wordt aangenomen, dan moet de horizontale afstand tot een breuk met een dip van 45 graden ook minimaal 1000 m bedragen.

Effecten van Aardbevingen

De mogelijke effecten van trillingen en bevingen zijn moeilijk te kwantificeren, omdat deze, naast de intensiteit van de beving afhangen van veel andere aspecten. Over het algemeen zijn de magnitude en de peak ground acceleration (PGA[6]) sterk bepalend voor de optredende schade. Daarnaast spelen nog enkele effect-versterkende eigenschappen van de ondergrond een rol. Deze aspecten kunnen tot op zekere hoogte hier worden beschreven en gekwantificeerd. Andere aspecten die bijvoorbeeld gebouwschade door aardbevingen bepalen, zoals de bouwkundige toestand van gebouwen, wijze van fundering, kunnen niet op het niveau van dit planMER worden beschouwd, maar kunnen zeer bepalend zijn.

Magnitude en PGA

In relatie tot schaliegaswinning zijn verschillende aardbevingen gemeld met een grotere magnitude dan de regelmatig in Nederland voorkomende natuurlijke aardbevingen. Voorbeelden zijn de gebeurtenissen

[5] De poro-elastische eigenschappen van een gesteente beschrijven hoe het gesteente reageert op drukveranderingen, bijvoorbeeld door te vervormen.

[6] De PGA geeft de maximale versnelling van het aardoppervlak tijdens een beving weer. Deze parameter wordt als beste maat voor eventuele schade aan bebouwing gezien bij matige aardbevingen.

in Horn River (Canada), Ashtubla (USA), Dallas-Fort Worth (USA), Perry (USA), Bowland (UK) magnitudes van respectievelijk 3.8, 3.6, 3.3, 2.7 en 2.3. Het is de afgelopen jaren duidelijk geworden dat deze gebeurtenissen samenhangen met al aanwezige, onder spanning staande breuken die zijn geactiveerd waardoor deze aardbevingen optraden (Davies, 2013) (Green, 2012) (National Research Council, 2013) (Verdon, et al., 2013).

Tijdens frack operaties zijn zelden geïnduceerde aardbevingen opgewekt. De hier genoemde voorbeelden hadden magnitude tussen 2.3 en 3.8 op de schaal van Richter. Dergelijke bevingen kunnen worden verwacht als tijdens het fracken de boring of fracks in contact met een breuk komen. Deze bevingen worden door mensen waargenomen en kunnen tot schade aan gebouwen leiden. Of dit gebeurt, hangt onder andere af van de soort gebouwen en de staat van de bebouwing en van de PGA. De USGS[7] noemt bijvoorbeeld een grenswaarde van 10%g (overeenkomend met ongeveer 100 cm/sec2) voor de PGA, waarbij schade aan oudere gebouwen kan optreden. Deze PGA kan van nature worden overschreden in zone D op de kaart in Figuur 2.4.

Geïnduceerde aardbevingen verschillen van natuurlijke, tectonische aardbevingen in het feit dat tectonische bevingen langer aanhouden. Dit heeft ook gevolgen voor de schade die zij aanrichten. De voorlopig zwaarste geïnduceerde beving in Groningen (magnitude 3.6, PGA =0.085g) vond plaats op 16 augustus 2012 bij Huizinge. De geïnduceerde bevingen in Groningen leiden tot schade aan gebouwen en over het algemeen tot verstoring van woongenot, waardevermindering van huizen en verminderd gevoel van veiligheid in de regio. De magnitudes van aardbevingen die door frack zijn veroorzaakt in het buitenland zijn vergelijkbaar met de zwaardere geïnduceerde bevingen in Groningen en zouden in Nederland tot vergelijkbare materiële en immateriële schade leiden als de “gasbevingen” in Groningen. Hierbij moet worden opgemerkt dat in het Groningenveld de afgelopen decennnia vele tientallen geïnduceerde bevingen zijn geweest. Wereldwijd gezien zijn tot dusver minder bevingen door fracking veroorzaakt. De magnitude van bevingen en de gevolgen daarvan zijn daarom mogelijk vergelijkbaar, de frequentie van het optreden van bevingen zoals in Groningen en bij schaligaswinning is dat waarschijnlijk niet. Schade aan infrastructuur, zoals de gasleidingen van de Gasunie in Groningen, is tot op heden niet opgetreden. Deltares (2013) laat zien dat een maatgevende aardbeving met een magnitude van 5 en een PGA van circa 0.5g (circa 500 cm/sec^2) schade aan oudere leidingstrekkingen kan veroorzaken en significante schade zal veroorzaken aan constructies die op staal zijn gefundeerd.

Naast de magnitude, PGA, afstand tot en diepte van het epicentrum en de toestand van bebouwing en infrastructuur, kan de ondiepe ondergrond bijdragen aan mogelijk optredende schade door opslingering en liquefactie. Opslingering kan de schade aan gebouwen en infrastructuur vergroten. Liquefactie kan bijvoorbeeld voor de stabiliteit van dijken een bedreiging zijn.

Liquefactie

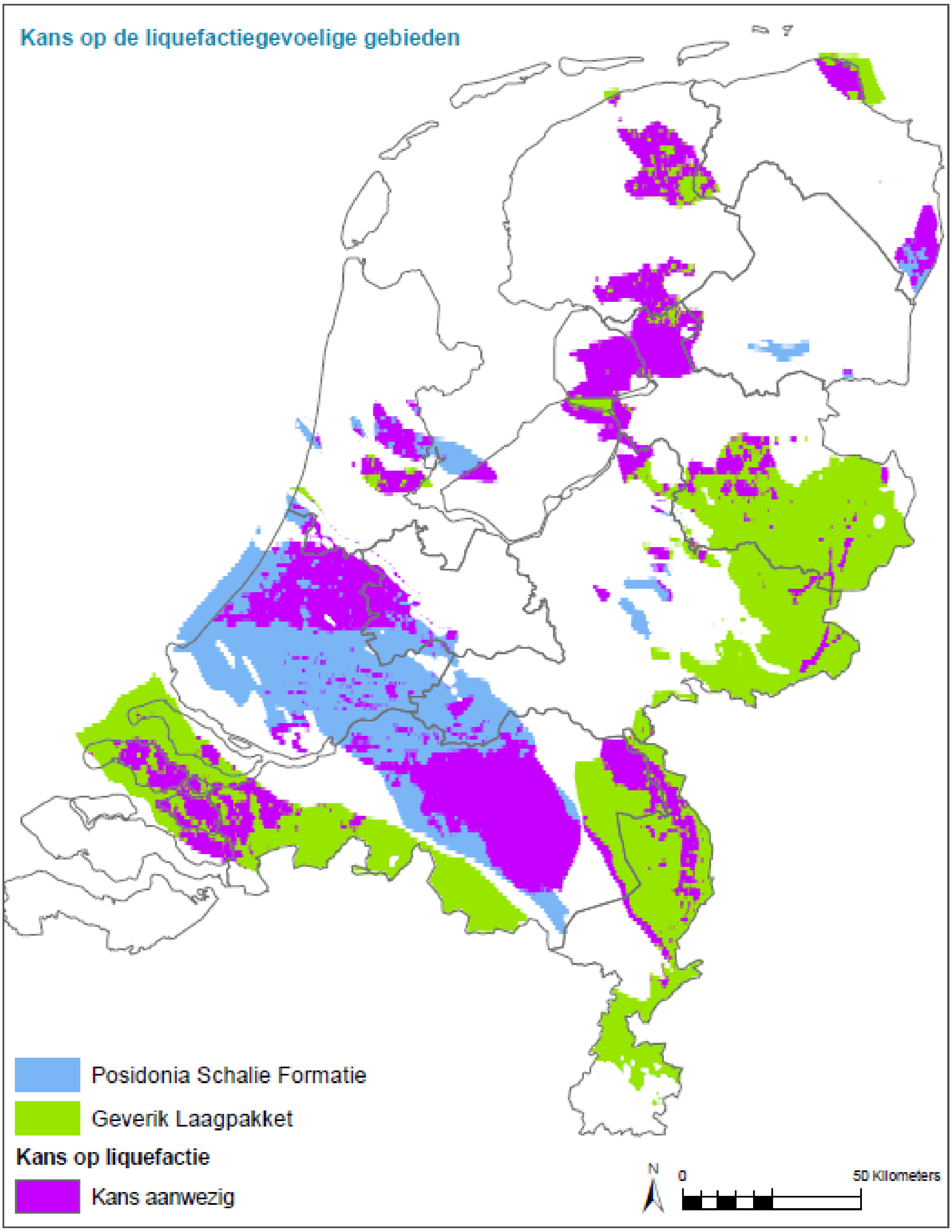
Liquefactie is de verweking en vloeibaar worden van de zandige ondergrond door een aardbeving. Dit verschijnsel doet zich vooral voor in met water verzadigd, losgepakt fijn zand en silt, zoals in dekzanden, zandige geulopvullingen en rivierduinen. Door liquefactie vermindert de draagkracht van de ondergrond en door stroming kan verzakking van het maaiveld optreden. Liquefactie wordt vaak gevolgd door compactie van de zandkorrels, waardoor zetting kan optreden, wat tot schade aan gebouwen en infrastructuur kan leiden. In het onderzoek van Lap (1987) is de gevoeligheid voor liquefactie van de ondergrond van een gebied ten zuiden van Eindhoven in kaart gebracht. In deze kartering zijn de zandige geulopvullingen van de Maas niet opgenomen. Tijdens de aardbeving van bij Roermond in 1992 (5.8 op de schaal van Richter) traden op de Maasterrassen “zandvulkanen” (het tot op het maaiveld uitstromen van

[7] Zie http://eqint.cr.usgs.gov/parm.php

vervloeid zand) op door liquefactie van zandige lagen in de ondergrond. Omdat de studie (Lap, 1987) slechts een klein deel van de gebieden met mogelijke aanwezigheid van schaliegas dekt, is de volgende aanpak gevolgd om liquefactie-gevoelige gebieden in beeld te brengen.

In Nederland zijn de meeste ondiepe fijnzandige en silt afzettingen gebonden aan de Formatie van Boxtel, die in het grootste deel van Nederland aanwezig is. Deze formatie omvat stuifzand/landduinen, kleinschalig fluviatiele afzettingen (beken en meren), rivierduinafzettingen, dekzanden, eolische en verspoelde eolische afzettingen (löss). Eventuele geulopvullingen in het stroomgebied van de Maas komen tevens voor in de Formatie van Beegden. Aan de hand van de modeluitkomsten van het landelijk grondwatermodel Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI, Deltares en Alterra) is bepaald waar de onderkant van de genoemde formaties beneden het gemiddeld laagste grondwaterniveau (GLG) ligt en dus zeer waarschijnlijk altijd verzadigd is.

Hierbij moet worden aangetekend dat de afzettingen van de Formatie van Boxtel afgezet zijn in verschillende perioden vanaf het Midden-Pleistoceen tot en met het Holoceen. Tijdens de voorlaatste ijstijd (Saalien) is de noordelijke helft van Nederland (ruwweg ten noorden van de lijn Zandvoort–Nijmegen) bedekt geweest met landijs. De oudere afzettingen van de Formatie van Boxtel, voor zover nog aanwezig, zijn hierdoor in de noordelijke helft van het land gecompacteerd en niet gevoelig voor liquefactie. Om dezelfde reden zijn de siltige, fijne zanden van de Peelo Formatie in het noorden van het land (voornamelijk afgezet in het Elsterien) als niet-losgepakt beschouwd. De jongere afzettingen van de Formatie van Boxtel (jonger dan Saalien) kunnen echter wel gevoelig zijn.



Figuur 2.6 Kans op de liquefactiegevoelige gebieden binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond

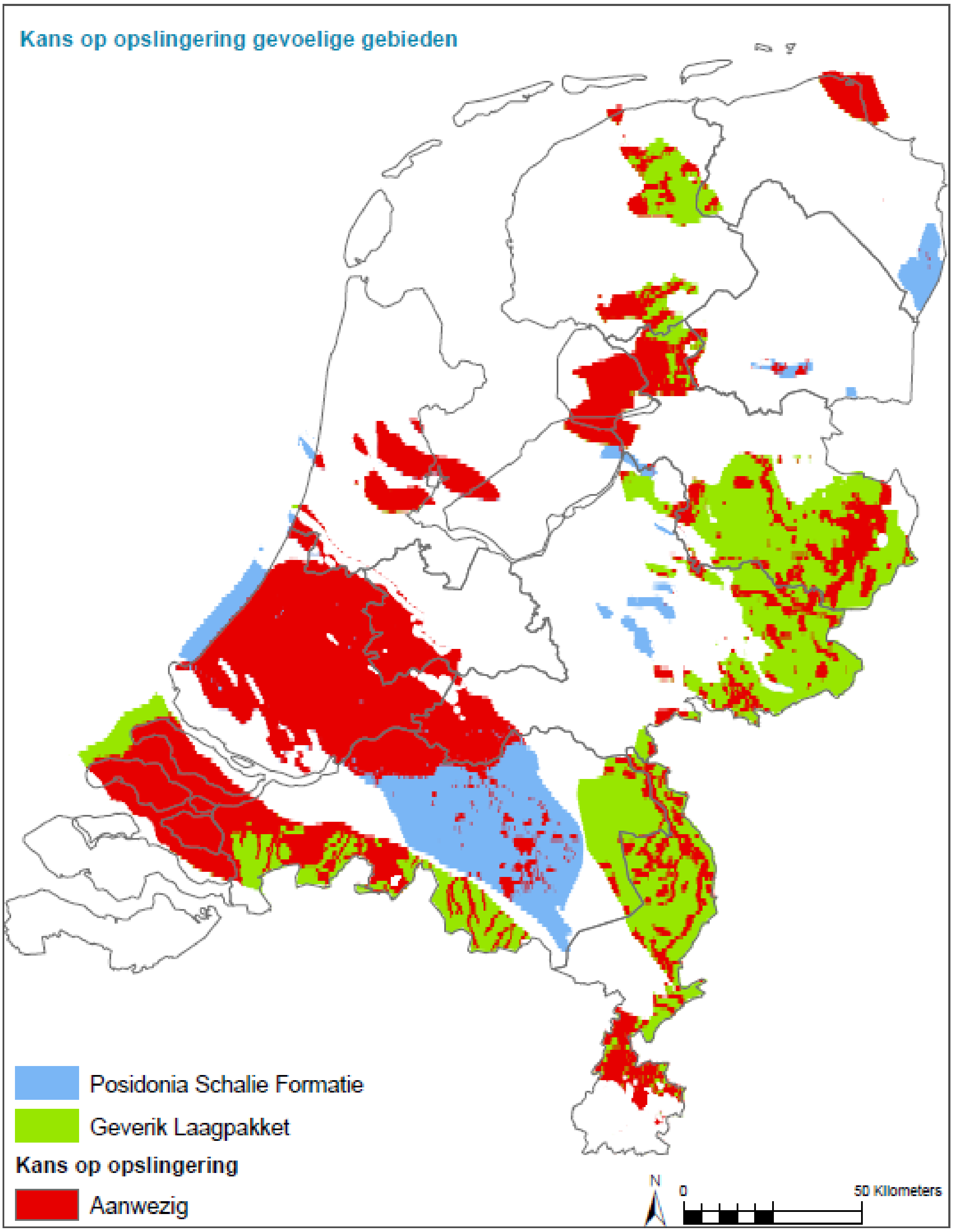
Opslingeren

Een ander verschijnsel dat het effect en schade van een aardbeving kan versterken is het zogenaamde opslingeren. De trillingen van een aardbeving dempen in sommige gevallen in de bovenste tientallen meters van de ondergrond niet verder uit, maar worden juist versterkt. Opslingering vindt plaats wanneer er sprake is van grote verschillen in impedantie (de lineaire respons op een aardbevingssignaal) in de bodemlagen. Dit doet zich voor waar slappe Holocene afzettingen (veen en plastische klei) liggen op een

laag stijf, Pleistoceen zand. Bij deze grote contrasten in stijfheid kan de trilling worden versterkt. Dit is een situatie die wordt aangetroffen in heel het rivierengebied, het kustgebied en het westen van Nederland.

De International Building Code deelt een locatie in bij Site Class E met een mogelijk grote versterking van de aardbevingstrilling wanneer er 3 m of meer van het bodemprofiel bestaat uit slappe grond (plasticiteitsindex >20, watergehalte >40% en ongedraineerde schuifsterkte <24 kPa). Dikke veenlagen en sommige kleilagen voldoen aan deze criteria. Om deze reden is de dikte van het Holocene pakket in kaart gebracht.

Uit deze kaart blijkt dat de voor opslingering gevoelige gebieden zich voornamelijk in het rivierengebied, het westen van Nederland en delen van Flevoland, Friesland en Groningen bevinden. Verspreid over Twente, Noord-Brabant en Limburg komen ook veel kleinere gebieden met dikke Holocene pakketten voor. In deze gebieden bestaat de Holocene deklaag voornamelijk uit zandige afzettingen en löss (Limburg) wat een andere plasticiteitsindex en schuifsterkte heeft dan veen en slappe klei. In deze gebieden kunnen wel slappe Holocene lagen voorkomen in beekdalen.



Figuur 2.7 Kans op opslingering gevoelige gebieden binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond

Beoordelingskader aardbevingen

In een gebied met veel kritisch gespannen breuken is de kans op een aardbeving aanwezig als te dicht bij een breuk wordt geboord en gefrackt. Het effect van een aardbeving hangt af van de kracht van de aardbeving en van de diepte waarop de beving plaatsvindt. Vervolgens kan die beweging versterkt

worden door lokale opslingering. Het effect is daarnaast afhankelijk van het optreden van liquefactie en van de aanwezige functies bovengronds[8].

De effecten op deelgebiedsniveau zijn vooral afhankelijk van referentiesituatie, zoals beschreven in paragraaf 2.1. In Tabel 2.3 zijn de kansen op aardbevingen, liquefactie en oplsingering geclassificeerd in een scoringstabel.

Scoringsmethodiek aardbevingen, liquefactie en opslingering
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Geen kritisch gespannen breuken aanwezig
Deelgebied is geclassificeerd als risicoprofiel A of B* Er is kans op liquefactie en/of opslingering
Deelgebied is geclassificeerd als risicoprofiel C of D* Er is kans op liquefactie en/of opslingering

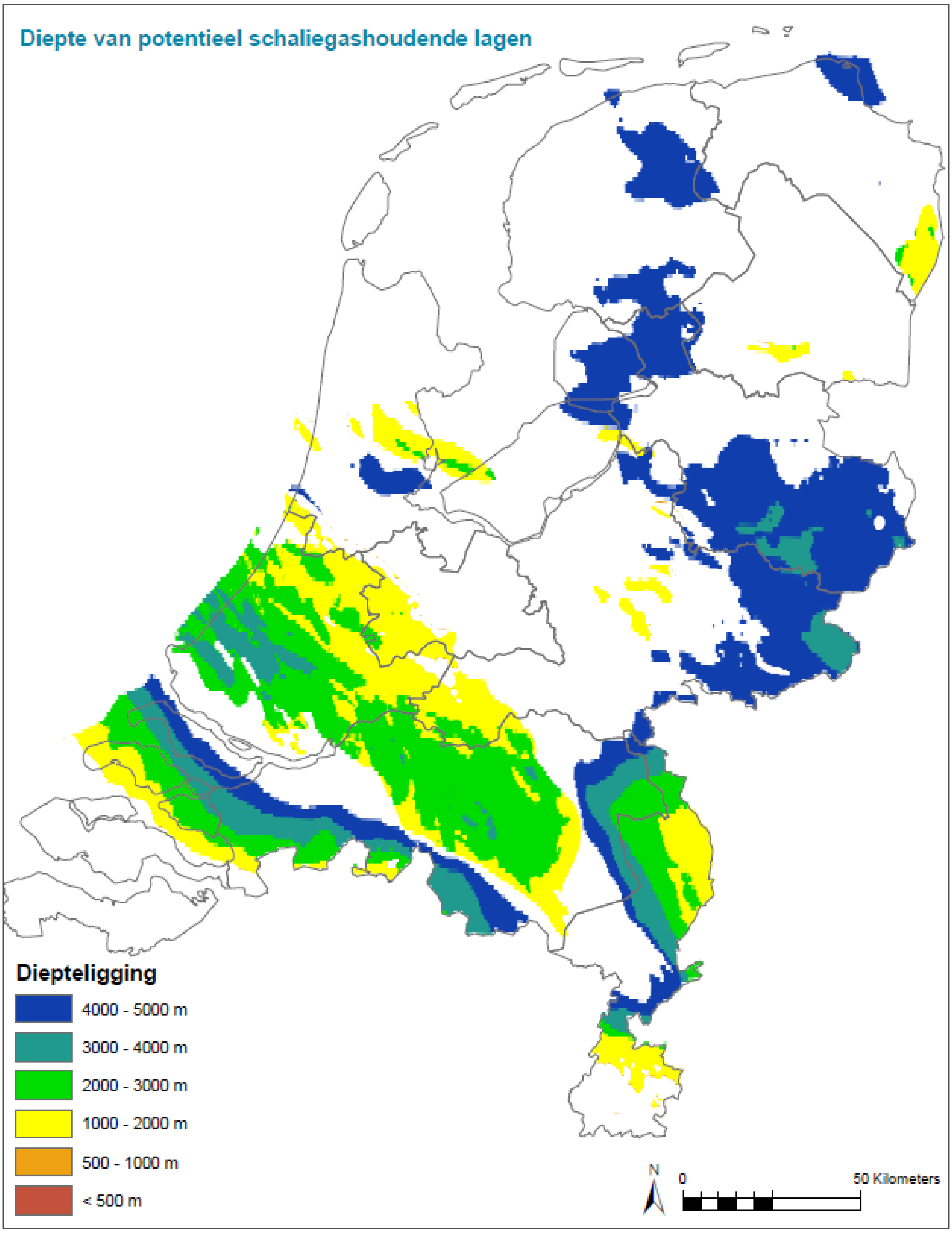
Tabel 2.3 Scoringsmethodiek aardbevingen, liquefactie en opslingering

2.3.2 MICROSEISMICITEIT OP MAAIVELD

Van nature komen talloze kleine aardschokken voor, en worden er door de mens trillingen veroorzaakt (bijvoorbeeld door verkeer, treinen en bouwwerkzaamheden). Dit worden microseismische trillingen genoemd. Deze trillingen kunnen een magnitude tot ca. 0.5 op de schaal van Richter hebben. Frackwerkzaamheden kunnen deze microseismische trillingen ook veroorzaken. Deze trillingen kunnen op hun beurt leiden tot hinder, schade of storing aan apparatuur (bijvoorbeeld computers, nauwkeurige weegschalen, elektronenmicroscopen, meetapparatuur, medische apparatuur). Om deze reden is dit criterium meegenomen in de effectbeoordeling in dit planMER. In de volgende paragrafen wordt de kans op microseismische trillingen, het mogelijke effect van de trillingen en het beoordelingskader beschreven.

Kans op door schaliegaswinning veroorzaakte micro-seismische gebeurtenissen
Of opgewekte aardschokken door het fracken aan het maaiveld trillingen kunnen veroorzaken hangt onder andere af van de diepte waarop gefrackt wordt. De kans dat trillingen aan het maaiveld zullen voorkomen is groter waar de schalielagen ondieper gelegen zijn. De globale diepte van de schalielagen is weergegeven in Figuur 2.8. De magnitude van een mogelijk geinduceerde beving hangt daarnaast sterk af van het volume van de frackvloeistof die wordt geïnjecteerd. Door het volume en de druk te beperken zijn ook de trillingen te reduceren. Het effect van deze trillingen is in de volgende paragraaf beschreven.

[8] De aanwezige functies bovengrond zijn niet meegewogen in de effectbeoordeling. Dit detailniveau past niet bij het abstractieniveau van de planMER. Deze bovengrondse functies kunnen tzt meegewogen worden in de locatie specifieke MER.



Figuur 2.8 Diepte tot de Posidonia Schalie Formatie en de basis van het Geverik Laagpakket

Mogelijke effecten microseismische gebeurtenissen

Talloze studies geven een overzicht van de magnitudes van micro-seismische gebeurtenissen tijdens het fracken bij zowel schaliegaswinning als conventionele olie- en gaswinningen (bv. (Maxwell, et al., 2008); (Zobacka, et al., 2010); (Davies, 2013)). Deze magnitudes zijn zelden groter dan 0 tot 1 op de schaal van Richter. Dergelijke trillingen zijn voor mensen niet voelbaar en komen van nature vele malen per jaar voor in Nederland. Zwaar verkeer, treinen, bouwwerkzaamheden veroorzaken trillingen met magnitudes die

groter zijn dan de micro-seismische trillingen die verwacht worden bij schaliegaswinning tijdens het fracken.

De effecten op gebouwen, apparatuur en mensen hangen niet alleen af van de magnitude, maar ook van de horizontale snelheid en maximale versnelling van het maaiveld (PGA) en de frequentie van de trillingen. PGA en frequentie zijn voor de door fracken veroorzaakte trillingen niet bekend. Daarnaast is voor aparatuur van belang hoe een gebouw de trilling doorgeeft aan de aparatuur (de constructie van een gebouw), en hoe gevoelig de apparatuur zelf is.

Beoordelingskader microseismiciteit
Enkel de diepte van de schalielaag is een deelgebied-specifieke factor die effecten door trillingen kan beïnvloeden. Echter, aangezien de magnitude van de trillingen niet alleen afhangt van de diepte van de schalielaag, maar ook van het volume en de druk van de frackvloeistof die wordt geïnjecteerd, en daarnaast het effect van trillingen niet alleen afhangt van de magnitude, maar ook van andere hierboven genoemde factoren, is er moeilijk onderscheid te maken tussen deelgebieden. Tevens veroorzaken microseismische trillingen, voor zover bekend, geen storingen aan apparatuur en schade aan gebouwen en infrastructuur. Dit leidt ertoe dat er maar één beoordelingsklasse wordt gehanteerd bij dit criterium.

Scoringsmethodiek microseismiciteit
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Microseismiciteit treedt niet op en/of leidt naar verwachting niet tot schade aan gebouwen, infrastructuur of gevoelige apparatuur
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium

Tabel 2.4 Scoringsmethodiek microseismiciteit

2.3.3 BODEMDALING DOOR ZETTING

Kans op door schaliegaswinning veroorzaakte bodemdaling
Wanneer gas uit het reservoirgesteente wordt verwijderd, daalt de interne druk in het gesteente. De korrels waaruit het gesteente bestaan kunnen daardoor in elkaar worden gedrukt door het gewicht van de bovenliggende gesteentelagen. De druk van het gas in de poriën en de samendrukbaarheid van het reservoirgesteente verschillen hierbij sterk tussen de conventionele gasreservoirs en schaliegasreservoirs. Zo zit het gas in het Slochteren reservoir opgesloten in poreuze zandsteen en in het Ekofisk reservoir in zachte kalksteen. Dit gas staat onder een druk die hoger is dan alleen de druk die wordt veroorzaakt door het gewicht van de gesteentekolom en in de poriën daarvan aanwezige water. Het gas staat onder een "overdruk", waardoor het winningen van het gas direct tot een drukdaling in het reservoir leidt. De poreuze Slochteren zandsteen en Ekofisk kalksteen zijn relatief goed samendrukbaar. Door het samendrukken van het reservoirgesteente neemt het poriënvolume af en daalt het maaiveld: er treedt zetting op.

Bij schalies is de situatie anders. Het gas dat is opgesloten in de schalie staat niet onder overdruk, of deze overdruk is slechts gering (bijvoorbeeld de Barnett Shale kent een geringe overdruk waar deze thermisch matuur is). Winning van het gas uit de schalie leidt tot vervanging van het gas door water in de fracks en poriën en de korreldruk in het gesteente verandert daardoor nauwelijks. Nog belangrijker is dat schalie

een geringere porositeit heeft, wat zich vertaalt in een geringe samendrukbaarheid. Tevens zijn de schalielagen waaruit schaliegas gewonnen zou kunnen worden dun (enkele tientallen meters), waardoor de eventuele totale compactie van de schalielaag zeer gering is.

De Department of Energy & Climate Change (2013) kwantificeert de samendrukbaarheid van een gesteente door de Biot constante, de effectiviteit waarmee de poriëndruk (door het gas in de poriën) de totale verticale druk door het bovenliggende gesteente tegengaat. Voor de meeste conventionele reservoirgesteente is deze constante 0.75 tot 0.95 tot bijna 1 voor zeer poreuze zandsteenreservoirs, maar vrijwel nul voor schalie. Oftewel, het gas in de schalie draagt vrijwel niet bij aan het tegengaan van de samendrukbaarheid van het gesteente. In Texas, waar schaliegas sinds 10 jaar uit de Barnett schalie wordt gewonnen is geen meetbare bodemdaling opgetreden.

Naast compactie van de schalielaag, kan in relatie tot schaliegaswinning ook bodemdaling optreden door bemaling en daardoor veroorzaakte klink. De kans daarop is beschreven in hoofdstuk 4. Aangezien er in hoofdstuk 4 voor het gebruik van water ten behoeve van schaliegaswinning uit wordt gegaan van drinkwater (en niet het lokaal oppompen van grondwater), wordt er geen bodemdaling verwacht door watergebruik.

Zoals beschreven in de paragraaf over aardbevingen, kan ook liquefactie gevolgd worden door zetting. Zetting als gevolg van liquefactie kan alleen optreden als er door schaliegaswinning een aardbeving wordt veroorzaakt. Het veroorzaken van aardbevingen moet worden voorkomen en daarmee ook het optreden van liquefactie en daardoor veroorzaakte zetting. Dit verschijnsel is daarom hier ook niet afzonderlijk beoordeeld.

Effecten bodemdaling door zetting
Omdat de bodemdaling door zetting door de winning van schaliegas verwaarloosbaar klein is (bijvoorbeeld niet meetbaar na 10 jaar winning uit de Barnett schalie), zijn de effecten daarvan ook verwaarloosbaar klein.

Beoordelingskader bodemdaling door zetting
Wanneer gas uit het reservoirgesteente wordt verwijderd, daalt de interne druk in het gesteente. De korrels waaruit het gesteente bestaan kunnen daardoor in elkaar worden gedrukt door het gewicht van de bovenliggende gesteentelagen. Dat proces heet compactie. Als compactie optreedt, kan dat op maaiveld tot bodemdaling door zetting leiden.

Scoringsmethodiek bodemdaling door zetting
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Er vindt niet of nauwelijks compactie plaats, waardoor geen bodemdaling of zetting optreedt.
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium

Tabel 2.5 Scoringsmethodiek bodemdaling door zetting

Omdat dit criterium leidt tot één beoordelingsklasse voor het hele studiegebied, is dit criterium niet onderscheidend.

2.4 EFFECTBEOORDELING PER DEELGEBIED

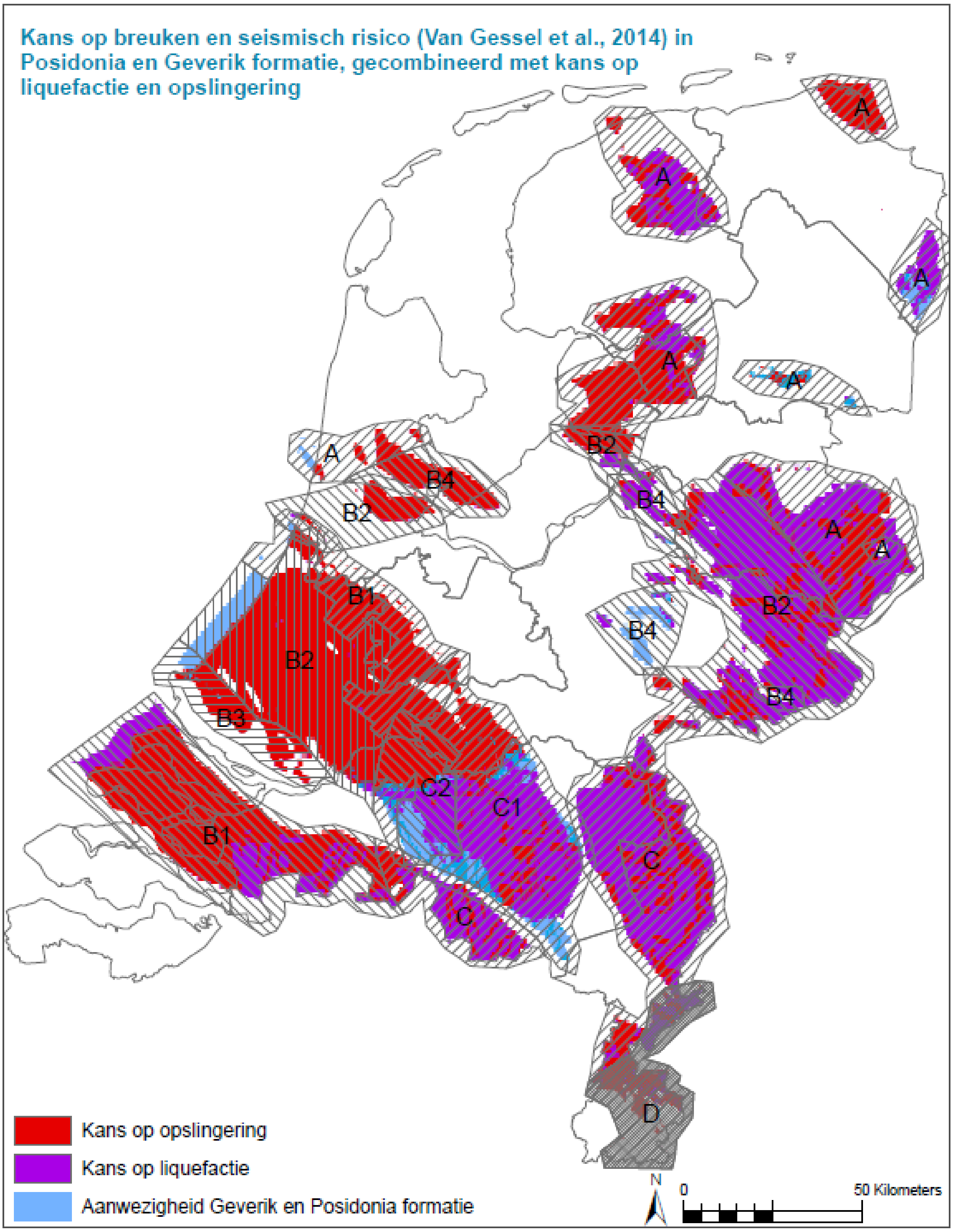
2.4.1 EFFECTBEOORDELING AARDBEVINGEN

De zone-indeling van de karakterisatie van breuken en seismisch risico is in Tabel 2.7 en Tabel 2.8 gecombineerd met de potentieel voor liquefactie en opslingering gevoelige gebieden. Dit resulteert in de zones die zijn opgenomen in Figuur 2.9.

In Tabel 2.6 is de effectbeoordeling voor het criterium aardbevingen weergegeven.

Deelgebied	Aardbevingen, liquefactie en opslingering
Zuid-Limburg	De kans op aardbevingen is relatief groot, omdat er veel kritisch gespannen breuken zijn. Het gebied is grotendeels niet gevoelig voor liquefactie, maar, zeer lokaal, wel voor opslingering.
Noord-Brabant/ Noord-Limburg	De kans op aardbevingen is relatief groot, omdat er veel kritisch gespannen breuken zijn. Het gebied is in sommige delen gevoelig voor liquefactie en opslingering.
Oost-Nederland	De kans op aardbevingen is relatief klein, omdat er weinig kritisch gespannen breuken zijn. Het gebied is gevoelig voor liquefactie, en in sommige delen voor opslingering.
Noord-Nederland	De kans op aardbevingen is relatief klein, omdat er weinig van nature kritisch gespannen breuken zijn. Wel zijn veel breuken gespannen ten gevolge van de aardgaswinning. Het gebied is gevoelig voor liquefactie en in sommige delen voor opslingering.
Groene Hart	De kans op aardbevingen is relatief klein, omdat er weinig kritisch gespannen breuken zijn. Het gebied is in sommige delen gevoelig voor liquefactie en voor opslingering.
Laag Holland	De kans op aardbevingen is relatief klein, omdat er weinig kritisch gespannen breuken zijn. Het gebied is gevoelig voor liquefactie en voor opslingering.
Flevoland	De kans op aardbevingen is relatief klein, omdat er weinig kritisch gespannen breuken zijn. Het gebied is gevoelig voor liquefactie en voor opslingering.
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	De kans op aardbevingen is relatief klein, omdat er weinig kritisch gespannen breuken zijn. Het gebied is in sommige delen gevoelig voor liquefactie en voor opslingering.
Zuidvleugel	De kans op aardbevingen is relatief klein, omdat er weinig kritisch gespannen breuken zijn. Het gebied is niet gevoelig voor liquefactie, maar wel voor opslingering.
Kustzone	De kans op aardbevingen is relatief klein, omdat er weinig kritisch gespannen breuken zijn. Het gebied is grotendeels niet gevoelig voor liquefactie maar, zeer lokaal, wel voor opslingering.

Tabel 2.6 Effectbeoordeling aardbevingen, liquefactie en opslingering



Figuur 2.9 Kans op breuken en seismisch risico in Posidonia Schalie Formatie en Geverik Laagpakket (van Gessel, et al., 2014)

Zone	Kans op voorkomen van kritisch gestreste breuken	Kans op voorkomen van liquefactie gevoelige gebieden	Kans op voorkomen van opslingering gevoelige gebieden
A	Gering	Plaatselijk aanwezig (m.n. zuidoost Groningen en Noord-Holland)	Plaatselijk aanwezig (m.n. Noord-Holland)
B1 en B2	Matig	In grote delen aanwezig	Aanwezig
B3	Matig	Plaatselijk aanwezig	Aanwezig
B4	Matig	Plaatselijk aanwezig	Plaatselijk aanwezig (m.n. Noord-Holland)
C1 en C2	Groot	Ten zuiden van de Maas aanwezig	Ten noorden van de Maas aanwezig

Tabel 2.7 Deelgebieden waar de Posidonia Schalie Formatie voorkomt en de kans op voorkomen van kritisch gestreste breuken, liquefactie gevoelige gebieden en opslingering gevoelige gebieden

Zone	Kans op voorkomen van kritisch gestreste breuken	Kans op voorkomen van liquefactie gevoelige gebieden	Kans op voorkomen van opslingering gevoelige gebieden
A	Gering	In grote delen aanwezig (alleen plaatselijk in Twente aanwezig)	Lokaal aanwezig (m.n. noorden van Groningen)
B1	Matig	In grote delen aanwezig	In grootste deel van het gebied aanwezig
B2	Matig	In grote delen aanwezig	Lokaal aanwezig
C	Groot	Voornamelijk in het Maasdal aanwezig	Zeer plaatselijk m.n. in het Maasdal
D	Zeer groot	Afwezig	Plaatselijk in beekdalen

Tabel 2.8 Deelgebieden waar het Geverik Laagpakket voorkomt en de kans op voorkomen van kritisch gestreste breuken, liquefactie gevoelige gebieden en opslingering gevoelige gebieden

2.4.2 EFFECTBEOORDELING MICRO-SEISMISCHE GEBEURTENISSEN

In Tabel 2.9 is de effectbeoordeling voor het criterium microseismiciteit weergegeven.

Deelgebied	Microseismiciteit op maaiveld
Alle deelgebieden	Microseismiciteit treedt op tijdens fracken, maar is niet voelbaar voor mensen en is ook niet van invloed op gebouwen of infrastructuur.

Tabel 2.9 Effectbeoordeling microseismiciteit op maaiveld

Microseismische magnitudes die veroorzaakt worden door fracken zijn zelden groter dan 0 tot 1 op de schaal van Richter. Dergelijke trillingen zijn voor mensen niet voelbaar en komen van nature ook vele malen per jaar voor in Nederland. Daarnaast worden deze trillingen ook door de mens veroorzaakt door bijvoorbeeld verkeer, treinen, bouwwerkzaamheden, en dergelijke. Deze trillingen leiden, voor zover bekend, niet tot storing aan apparatuur of tot schade aan gebouwen of infrastructuur. De magnitude van microseismische trillingen hangt, naast de diepte van de schalielaag, sterk af van het volume van de frackvloeistof die wordt geïnjecteerd. Door het volume en de druk te beperken zijn ook de trillingen te

reduceren. Echter, de daadwerkelijk optredende effecten op bijvoorbeeld gevoelige apparatuur hangen niet alleen af van de magnitude, maar vooral van de maximale grondversnelling (PGA) en frequentie van de trillingen, de eigenschappen van het gebouw met gevoelige apparatuur en de apparatuur zelf. Om deze reden is er voor dit criterium nauwelijks onderscheid te maken tussen deelgebieden. PGA en frequentie zijn voor de door fracken veroorzaakte trillingen niet bekend. De potentiele effecten kunnen daarom niet gekwantificeerd worden. Daarnaast is microseismiciteit en het optreden van gewone aardbevingen goed te mitigeren door middel van een stoplichtsysteem. Voordat grotere bevingen optreden neemt de frequentie en sterkte van de microseismiciteit toe. Door op tijd te stoppen en fracvloeistof terug te laten stromen kan de druk van de breuk worden gehaald en grotere bevingen voorkomen worden.

2.4.3 EFFECTBEOORDELING BODEMDALING DOOR ZETTING

In Tabel 2.10 is de effectbeoordeling voor het criterium bodemdaling door zetting weergegeven.

Deelgebied	Bodemdaling door zetting
Alle deelgebieden	Compactie van de schalielaag treedt niet of nauwelijks op, waardoor geen bodemdaling door zetting plaatsvindt.

Tabel 2.10 Effectbeoordeling bodemdaling door zetting

Het gas dat is opgesloten in de schalie staat niet onder overdruk, of deze overdruk is slechts gering (bijvoorbeeld de Barnett Shale kent een geringe overdruk waar deze thermisch matuur is). Winning van het gas uit de schalie leidt tot vervanging van het gas door water in de fracks en poriën en de korreldruk in het gesteente verandert daardoor nauwelijks. Nog belangrijker is dat schalie een geringere porositeit heeft, wat zich vertaalt in een geringe samendrukbaarheid. Tevens zijn de schalielagen waaruit schaliegas gewonnen zou kunnen worden dun (enkele tientallen meters), waardoor de eventuele totale compactie van de schalielaag zeer gering is.

Omdat de bodemdaling door zetting door de winning van schaliegas verwaarloosbaar klein is (bijvoorbeeld niet meetbaar na 10 jaar winning uit de Barnett schalie), zijn de effecten daarvan ook verwaarloosbaar klein.

2.5 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

Een aardbeving als gevolg van schaliegaswinning kan tot effecten leiden die kilometers ver strekken. Het is dus niet uit te sluiten dat een schaliegaswinning in de buurt van de Belgische of Duitse grens effecten heeft op Belgisch of Duits grondgebied. Voor schaliegaswinningen in de buurt van de grens geldt dat dezelfde voorzorgsmaatregelen genomen dienen te worden als voor elke andere schaliegaswinning in Nederland.

2.6 CUMULATIE

Aardbevingen

Voor het beoordelingscriterium aardbevingen geldt dat met name de aanwezigheid van kritische breuken bepalend is voor de kans op aardbevingen. Op het moment dat voldoende afstand (paragraaf 0) aangehouden wordt tot kritische breuken is de kans op aardbevingen geminimaliseerd. Dat geldt voor elke afzonderlijk boring.

Meerdere boringen en fracks in elkaars nabijheid leiden tot een grotere kans dat een (niet bekende) breuk door meerdere boringen of fracks wordt beïnvloed (drukgolven, vloeistofinjectie) en met het aantal boringen neemt de kans op geïnduceerde aardbevingen toe. Omdat de kans op aardbevingen lijkt af te hangen van de hoeveelheid geïnjecteerde vloeistof en het tempo waarin dit gebeurt, leidt het tegelijkertijd uitvoeren van meerdere boringen en fracks in elkaars nabijheid tot een verhoogd risico.

De geïnduceerde bevingen en trillingen kunnen leiden tot versterkende effecten zoals door opslingering en liquefactie. Het aantal boringen, nabijheid van de boringen en het tegelijkertijd uitvoeren van boringen en frack operaties heeft alleen invloed op deze effecten door de verhoogde kans op bevingen en trillingen. De kans dat twee nabije boringen of frack operaties tegelijkertijd een beving veroorzaken moet echter wel als puur hypothetisch worden gezien.

Microseismiciteit

Voor microseismiciteit geldt dat de effecten bij de voorbeeldwinning merendeels neutraal zijn. Voor eventueel trillingsgevoelige activiteiten (zoals datacenters) kan er zeer plaatselijk een negatief effect zijn. In cumulatie verandert daar niets aan. Hypothetisch kunnen de trillingen van meerder frack operaties in elkaars nabijheid door interferentie versterkt worden. In de praktijk is in de magnitude van microseismische trillingen bij frack operaties daar niets van gebleken.

De injectiesnelheid en het –volume lijken wel het aantal microseimische gebeurtenissen en de mogelijk maximale magnitude daarvan te beïnvloeden (Abdulaziz, 2014). Meerdere frackoperaties die in elkaars nabijheid plaatsvinden kunnen daardoor het aantal trillingen en mogelijk ook de maximale magnitude beïnvloeden. Abdulaziz (2014) laat zien dat het aantal microseismische gebeurtenissen bij frack operaties een piek vertoont bij een bepaald geïnjecteerd volume en minder trillingen bij geringere en grotere volumes. Er is dus geen lineaire relatie tussen het injectievolume en het aantal trillingen. De maximale magnitude vertoont een zwakke toename met het totaal geïnjecteerde volume voor sommige geëvalueerde schalies.

Bodemdaling door zetting

Voor bodemdaling door zetting geldt dat de effecten bij de voorbeeldwinning neutraal zijn. In cumulatie verandert daar niets aan.

2.7 GEVOELIGHEIDSANALYSE

Aardbevingen, liquefactie en trillingen

Voor het beoordelingscriterium aardbevingen, liquefactie en opslingering geldt dat met name de aanwezigheid van kritische breuken bepalend is voor de kans op aardbevingen. Het hangt dus af van de referentiesituatie of er een risico optreedt. Op het moment dat voldoende afstand aangehouden wordt tot kritische breuken is de kans op aardbevingen geminimaliseerd. Afwijking van de voorbeeldwinning in de zin van meer boringen in elkaar nabijheid leidt tot een groter risico.

Microseismiciteit

Voor microseismiciteit geldt dat de effecten bij de voorbeeldwinning neutraal zijn. Als de uitgangspunten afwijken van de voorbeeldwinning, verandert daar niets aan.

Bodemdaling door zetting

Voor bodemdaling door zetting geldt dat de effecten bij de voorbeeldwinning neutraal zijn. Als de uitgangspunten afwijken van de voorbeeldwinning, verandert daar niets aan.

2.8 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

De kans op geïnduceerde aardbevingen is klein, maar kan niet uitgesloten worden. Het Mijnbouwbesluit (artikel 24 eerste lid onder p) schrijft voor om in het winningsplan "een risicoanalyse omtrent bodemtrillingen als gevolg van de winning" op te nemen. Hierin moet worden aangegeven wat de mogelijke omvang en verwachte aard van de schade door bodembeweging is en welke maatregelen worden genomen om schade te voorkomen of te beperken.

Het is raadzaam om de volgende stappen te doorlopen bij het vermijden van risico's op aardbevingen.

- Op basis van bestaand seismisch onderzoek kan een eerste risicoanalyse uitgevoerd worden voor de kans op het treffen van kritische breuken. De beschikbare informatie is erg wisselend per gebied (zie paragraaf 2.4.1).
- Door het uitvoeren van locatiespecifiek onderzoek, kan gedetailleerde informatie verkregen worden over aanwezige kritische breuken in het plangebied. Door voldoende afstand te houden tot deze breuken is de kans op het induceren van aardbevingen beperkt (zie paragraaf 2.4.1).
- Er blijft altijd een kleine kans aanwezig dat er breuken liggen die niet uit het onderzoek naar voren komen. Tijdens het boren kan een mijnbouwonderneming hier bijvoorbeeld achter komen. Op dat moment dienen de gegevens uit het locatiespecifiek onderzoek (m.n. seismisch onderzoek, gegevens uit boringen) opnieuw geïnterpreteerd te worden om aanvullende informatie boven tafel te krijgen.
- Als ondanks bovengenoemde voorzorgsmaatregel te dicht bij een kritische breuk geboord en gefrackt wordt dan kunnen doormiddel van monitoring en waar nodig ingrijpen effecten vermeden worden. De Britse overheid hanteert bijvoorbeeld een monitoring- en stoplichtsysteem, waarbij de magnitude en duur van bevingen worden gemonitord en op basis waarvan een beslissing kan worden genomen of de activiteiten door kunnen gaan of (tijdelijk) worden stilgelegd.
- De magnitude van een mogelijk geinduceerde beving hangt sterk af van het volume van de frackvloeistof die wordt geïnjecteerd. Door het volume en de druk te beperken zijn ook de trillingen te reduceren.
- Met het oog op mogelijke gevoelige activiteiten (bijvoorbeeld datacenters en hoogwaardige technologische bedrijven) en gevoelige bebouwing en infrastructuur (bijvoorbeeld waterkeringen en leidingen) in de nabije omgeving van een productielocatie is het aanbevelingswaardig om vooraf in de omgevingsvergunning (Wabo-vergunning) een inventarisatie voor te schrijven van deze activiteiten, bebouwing en infrastructuur. Daarnaast dient in het kader van de risico analyse ook locatiespecifiek onderzoek uitgevoerd te worden naar de risico's op liquefactie en opslingering.

2.9 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Over de Posidonia Schalie Formatie is relatief veel seismische informatie beschikbaar. In de Roerdal Slenk is de beschikbare informatie beperkter (2D seismische lijnen, weinig boringen) en is het weergegeven breukenbeeld onzeker en minder compleet. Voor het Geverik Laagpakket is het algemene beeld van de diepteligging en de breuken het minst compleet en wordt de weergegeven breukendichtheid gezien als een sterke onderschatting van het werkelijke aantal breuken. De diepteligging van het Geverik Laagpakket is ook nog onzeker (van Gessel, et al., 2014). Om deze leemte in kennis te ondervangen dient voorafgaand aan een eventuele boring locatiespecifiek seismisch onderzoek verricht te worden (zie paragraaf 2.8). Ook na locatiespecifiek onderzoek kan geen volledige zekerheid gegevens worden van de kritische breuken in een gebied. Door middel van monitoring en een stoplichtsysteem kan met deze kennisleemte omgegaan worden.

Afvalwaterinjectie in olie- en gasreservoirs waar dergelijke seismische activiteit door de winning is veroorzaakt brengt mogelijk een extra risico op aardbevingen met zich mee. Aan de andere kant kan

waterinjectie in de lege gasreservoirs verdere compactie van het reservoir en daarmee het voorkomen van geïnduceerde aardbevingen tegengaan. Het netto effect is niet goed bekend.

In het kader van dit planMER is een eerste globale inschatting gemaakt van kans op liquefactie en opslingering in Nederland. Bij een concreet initiatief is het raadzaam om nader onderzoek uit te voeren naar deze risico's, zeker als de potentiële schaliegaswinning in een gebied plaatsvindt met veel kritische breuken.

3 Interferentie met diepe ondergrondse functies

In dit hoofdstuk is het thema interferentie met diepe ondergrondse functies beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

-
- *Inleiding (paragraaf 3.1)*
- *Relatie met Structuurvisie Ondergrond (paragraaf 3.3)*
- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 3.4)*
- *Toetsingskader (paragraaf 3.5)*
- *Interferentie (paragraaf 3.6)*
- *Grensoverschrijdende interferentie (paragraaf 3.7)*
- *Cumulatie (paragraaf 3.8)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 3.9)*
- *Aandachtspunten voor de verdere planvorming (paragraaf 3.10)*
- *Leemten in kennis (paragraaf 3.11)*

De structuur van dit hoofdstuk wijkt af van de andere hoofdstukken, doordat geen effectparagraaf is opgenomen, maar een beschrijving van de kans dat interferentie optreedt (paragraaf 3.6 en 3.7).

3.1 INLEIDING

In de (diepere) ondergrond kunnen diverse functies aanwezig zijn of reserveringen zijn gemaakt. Denk hierbij aan strategische drinkwatervoorraden, WKO systemen, geothermische installaties, conventionele olie- en gaswinning et cetera. Om de effecten van schaliegaswinning op deze ondergrondse functies inzichtelijk te maken wordt een onderverdeling gemaakt in de diepte vanaf het maaiveld waar de ondergrondse functies plaatsvinden. Hierbij wordt gekeken naar (a) de contactlaag, (b) de grondwaterlaag en (c) de diepe ondergrond. Deze onderverdeling is gebaseerd op de veelgebruikte lagenbenadering (RuimteXMilieu, sd).

A - Contactlaag

De contactlaag is globaal de eerste 10 meter vanaf het maaiveld en bevat functies zoals transport (kabels & leidingen), ruimtegebruik (metro, parkeergarage), productie (landbouw) en draagkracht. Deze laag wordt vooral in het stedelijk gebied intensief gebruikt. Effecten van schaliegaswinningen zijn beperkt en betreffen met name ruimtelijke uitsluiting aan het maaiveld. Omdat schaliegaswinningen niet in het stedelijk gebied plaatsvinden, zijn deze effecten beperkt. Omdat stedelijke gebieden zijn uitgesloten worden de effecten op functies in de contactlaag niet verder onderzocht.

B - Grondwaterlaag

De grondwaterlaag is de laag vanaf het grondwater tot circa 500 meter beneden het maaiveld (en in enkele gebieden tot 750 m beneden het maaiveld) en bevat functies zoals grondwaterwinningen, bodemenergie en HTO (hoge temperatuur opslag). Effecten van schaliegaswinningen op grondwater-winactiviteiten zijn in hoofdstuk 5 beschreven. De overige effecten zijn beperkt en betreffen vooral de ruimtelijke uitsluiting van andere ondergrondse functies aan het maaiveld. Om deze reden worden de effecten op functies in de grondwaterlaag niet verder onderzocht in dit hoofdstuk.

C - Diepe ondergrond
In de diepe ondergrond vanaf 500 meter beneden het maaiveld vinden mijnbouwactiviteiten plaats zoals zoutwinning, opslag van CO_2 en andere gassen, geothermie en conventionele olie- en gaswinning. Schaliegaswinningen kunnen andere functies in de diepe ondergrond ruimtelijk uitsluiten door met name het bovengronds ruimtegebruik. Daarnaast kan er sprake zijn van competitie doordat de ondergrondse activiteiten effecten hebben op andere functies in de ondergrond. Voor de beoordeling zijn de functies in de diepe ondergrond verdeeld over de volgende vier functiegroepen:

- Conventionele olie- en gaswinning.
- Aardwarmte.
- Zoutwinning.
- Opslag:
  - In zoutcavernes (aardgas, industriële gassen, perslucht en gasolie).
  - In lege olie- en gasvelden (aardgasbuffer, CO2)
  - In kleilagen

De effecten van schaliegaswinning op de drinkwaterwinning zijn in hoofdstuk 5 onderzocht. Samenvattend wordt in dit hoofdstuk dus alleen interferentie met functies die voorkomen in de (C) diepe ondergrond (mijnbouwactiviteiten) beschouwd.

3.2 INTERFERENTIE

Schaliegaswinning kan interfereren met andere functies. In deze planMER wordt interferentie op de volgende twee manieren beschouwd:

- Ruimtelijke interferentie: Op maaiveldniveau treedt interferentie op als de ruimteclaims voor bepaalde infrastructuur voor schaliegaswinning (zoals productielocaties en buisleidingen) tot een conflict leiden met ruimteclaims voor andere ondergrondse functies. Daarnaast kunnen de ruimteclaims ook ondergronds optreden waarbij bijvoorbeeld gedacht kan worden aan bestaande boringen voor geothermie die schalielagen doorboren wat gevolgen heeft voor de winbaarheid van schaliegas.
- Directe interferentie door gebruik van dezelfde ondergrondse laag. In de diepe ondergrond treedt directe interferentie op als schaliegaswinning en andere functies elkaar daadwerkelijk direct beïnvloeden, omdat ze van dezelfde ondergrondse laag gebruik maken.

3.3 RELATIE MET STRUCTUURVISIE ONDERGROND

Door het groeiende gebruik van en aandacht voor de ondergrond zullen functies en/of belangen elkaar in toenemende mate raken. Dit vraagt nu en in de toekomst om een afweging van deze functies en belangen met elkaar en, zo nodig, ruimtelijke sturing. Daarom hebben de ministers van Infrastructuur en Milieu en van Economische Zaken besloten om een Structuurvisie voor de Ondergrond op te stellen, die na vaststelling dient als ruimtelijk afwegingskader voor ingrepen in de ondergrond.

Omdat de Structuurvisie een kader vormt voor activiteiten die gevolgen hebben voor het milieu (waaronder m.e.r. plichtige en m.e.r. beoordelingsplichtige activiteiten) geldt voor de Rijksstructuurvisie ook een planMER-plicht.

De Structuurvisie Ondergrond biedt, na vaststelling, het ruimtelijke afwegingskader voor activiteiten in de ondergrond die van nationaal ruimtelijk belang zijn. Het ruimtelijke afwegingskader geeft aan waar activiteiten worden toegestaan, en onder welke voorwaarden, en waar niet. Mogelijk leidt het ruimtelijk afwegingskader tot het maken van reserveringen voor bepaalde activiteiten. Het gaat daarbij om mijnbouwactiviteiten en het borgen van de beschikbaarheid van schoon drinkwater voor nu en in de

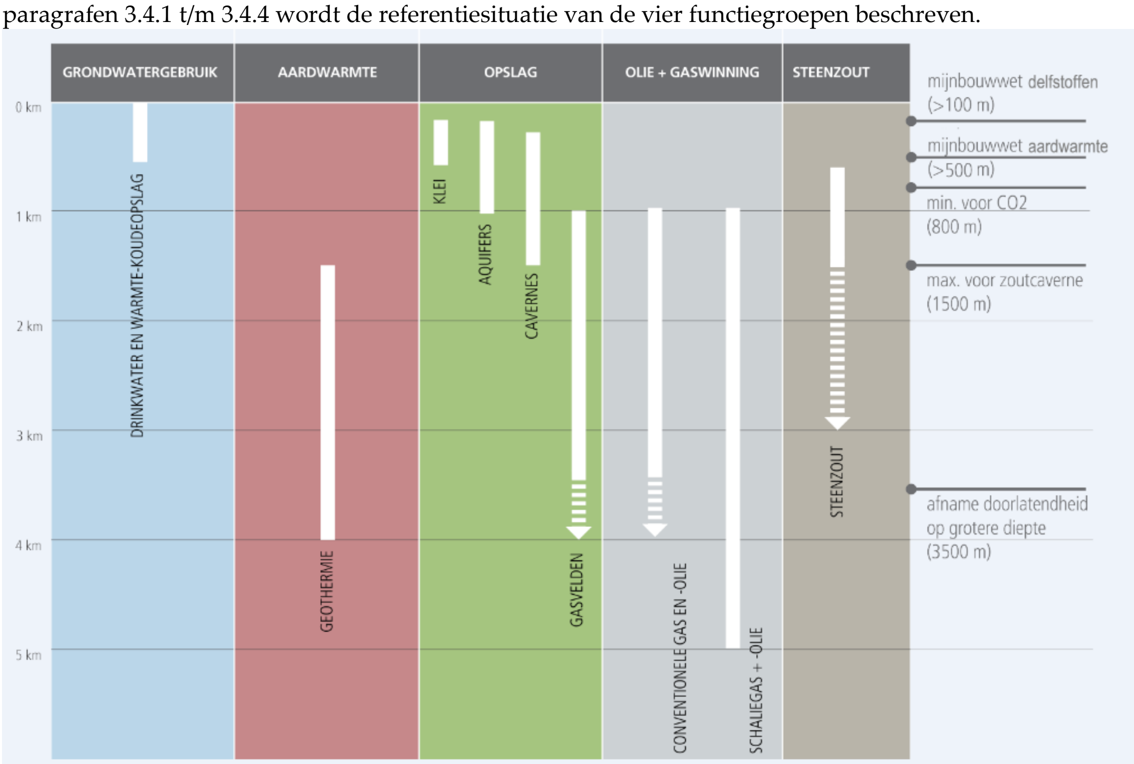
toekomst. Door mijnbouwactiviteiten op te nemen in de Structuurvisie Ondergrond wordt ruimtelijke sturing op deze activiteiten mogelijk.

In dit planMER wordt geen afweging gemaakt tussen verschillende ondergrondse functies. Het planMER beschrijft de mogelijke effecten van schaliegaswinning op andere ondergrondse functies. Deze effectbeoordeling kan in de Structuurvisie Ondergrond gebruikt worden om te bepalen in welke gevallen een afweging het nodig is.

De Structuurvisie Schaliegas zal integraal onderdeel uitmaken van de Structuurvisie Ondergrond. Gedurende het milieuonderzoek en het opstellen van de structuurvisies vindt intensieve afstemming plaats tussen de beide trajecten wat betreft de aanpak, het beoordelingskader, de uitgangspunten en de te hanteren informatiebronnen en kaarten.

3.4 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

In Figuur 3.1 is een schema weergegeven waar de ondergrondse functies in zijn weergegeven. In de paragrafen 3.4.1 t/m 3.4.4 wordt de referentiesituatie van de vier functiegroepen beschreven.



Figuur 3.1 Ondergrondse functies (op basis van figuur van TNO (2012))

3.4.1 OLIE & GAS CONVENTIONEEL

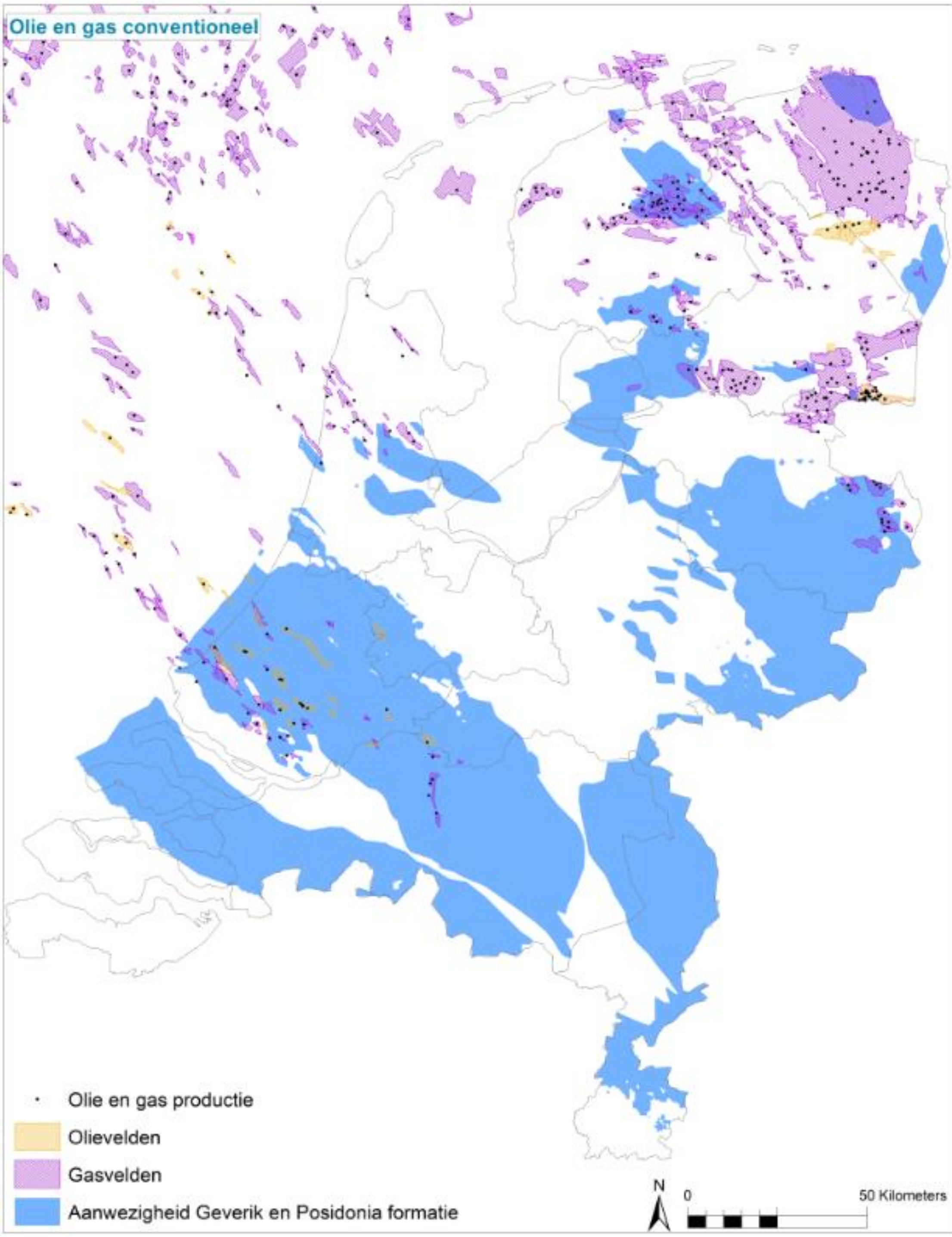
Aardgas en aardolie (koolwaterstoffen) ontstaan uit organisch rijk materiaal onder invloed van hoge druk en temperatuur. Het organische materiaal is afkomstig van dode plant- of dierresten in klei- en veenlagen. De condities voor de vorming van olie en gas (hoge druk en temperatuur) ontstaan doordat de bodem over miljoenen jaren enkele kilometers daalt en het gesteente begraven wordt onder dikke sedimentpakketten. De samenstelling van het organische materiaal en de temperatuur/druk condities

bepalen of er olie dan wel gas ontstaat. Zodra gas en olie zich vormen, zal een deel daarvan uit de klei- en steenkoollagen worden gedreven en naar boven migreren totdat het wordt tegengehouden door slecht- of niet-doorlatende gesteentepakketten. Waar koolwaterstoffen gevangen zitten in een doorlatend gesteentepakket binnen een afgebakende structuur, wordt er gesproken van een reservoir ofwel een olie- of gasveld dat op conventionele wijze gewonnen kan worden.

Conventioneel aardgas wordt gewonnen uit poreuze en goed doorlatende aquiferlagen (meestal zandsteen of carbonaatgesteente). Het gashoudende deel van de aquifer wordt ook wel een reservoir genoemd en wordt lateraal begrensd door breuken of plooiingen. Aan de bovenkant wordt het reservoir afgedekt door een afsluitend gesteente (zout of klei). De onderbegrenzing wordt gedefinieerd door het z.g. gas-water contact (de overgang van watergevuld naar gasgevuld gesteente).

Gas is ooit gegenereerd in een dieper gelegen gasmoedergesteente (steenkool, organisch rijke kleilagen) en gemigreerd naar het bovenliggende aquifergesteente. Gas zit vaak onder hoge druk opgeslagen in het reservoir. Deze druk zorgt er voor dat het gas naar buiten wordt gedreven zodra het wordt aangeboord. Soms worden andere gassen (bijvoorbeeld stikstof) als hulpstof geïnjecteerd om het gas uit te drijven. Indien het reservoirgesteente een slechte doorlatendheid heeft, kan stimulering (fracken) dit verbeteren. Hierbij worden onder hoge druk barsten en scheuren in de laag aangebracht. In Nederland zijn in de afgelopen 40 jaar al ca. 200 putten gefrackt.

Het gewonnen gas wordt via een aantal behandelingen (ontwatering, aanpassing samenstelling) op de juiste kwaliteit gebracht voor invoer in het hoofdgasnetwerk (TNO, 2012). In Figuur 3.2 is het potentieel en de aanwezige conventionele winningen voor olie en gas weergegeven.

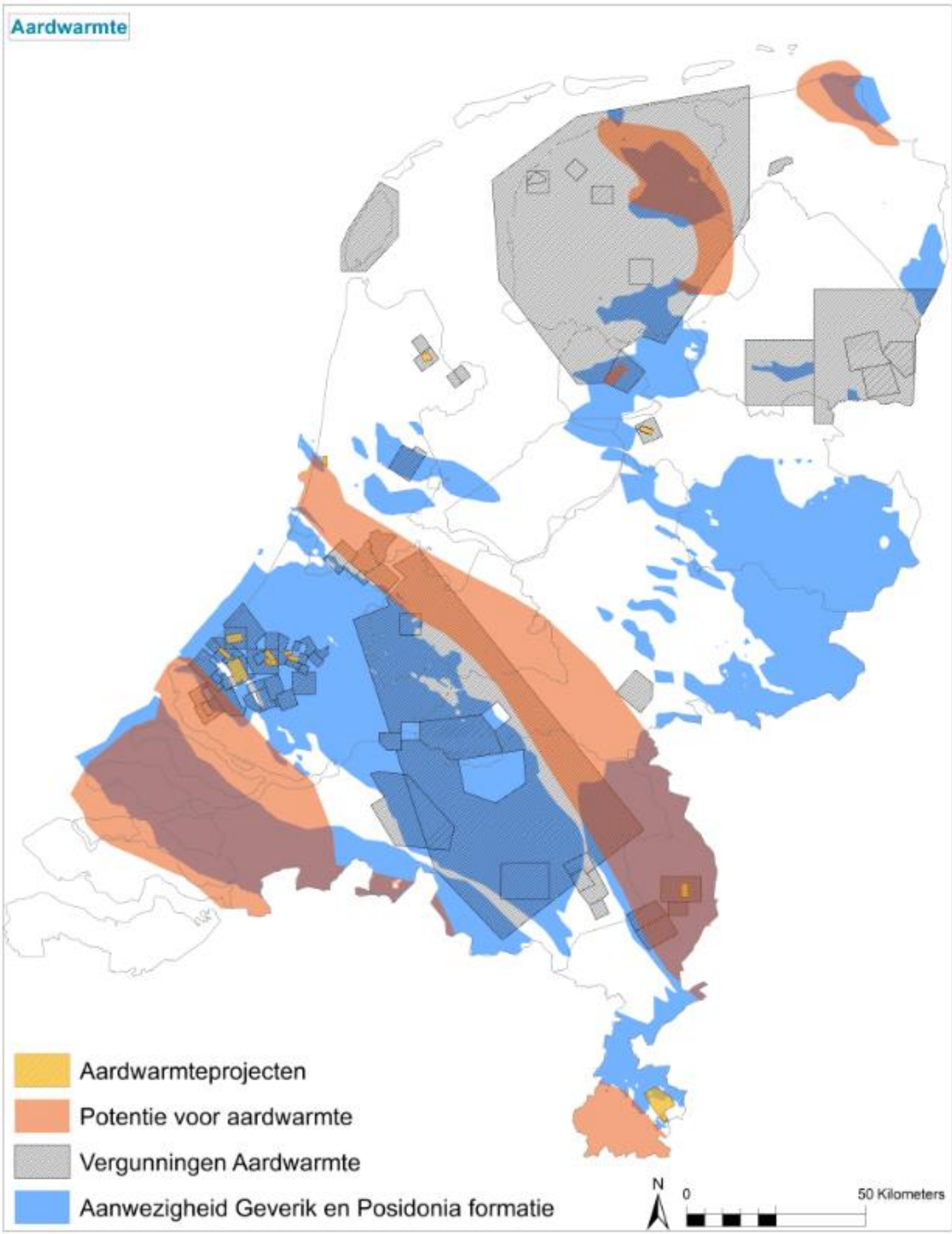


Figuur 3.2 Voorkomen olie en gasvelden in Nederland met bijbehorende infrastructuur voor vervoer van gas

3.4.2 AARDWARMTE

Grondwater op grotere diepte is een bron van energie in Nederland. Vooralsnog toegepast voor het direct gebruik van aardwarmte voor verwarming en op termijn voor de opwekking van elektriciteit. Aardwarmte is een vorm van duurzame energie, die in Nederland goed kan worden geproduceerd door warm water van 45-120°C op te pompen uit watervoerende aardlagen op 1,5 tot 4 km diepte. Gebaseerd op temperatuurgegevens van de ondergrond zijn verschillende evaluatieprojecten uitgevoerd in de tachtiger jaren, die uiteindelijk hebben geresulteerd in een aantal inventarisatie- en haalbaarheidsstudies. In 2005 is de eerste exploratievergunning toegekend. Sindsdien zijn er meer dan 100 vergunningaanvragen ingediend, en sinds 2007 wordt er in het Westland daadwerkelijk aardwarmte gewonnen (TNO, 2012).

In Figuur 3.3 is het potentieel voor aardwarmte en de vergunningen in Nederland weergegeven.



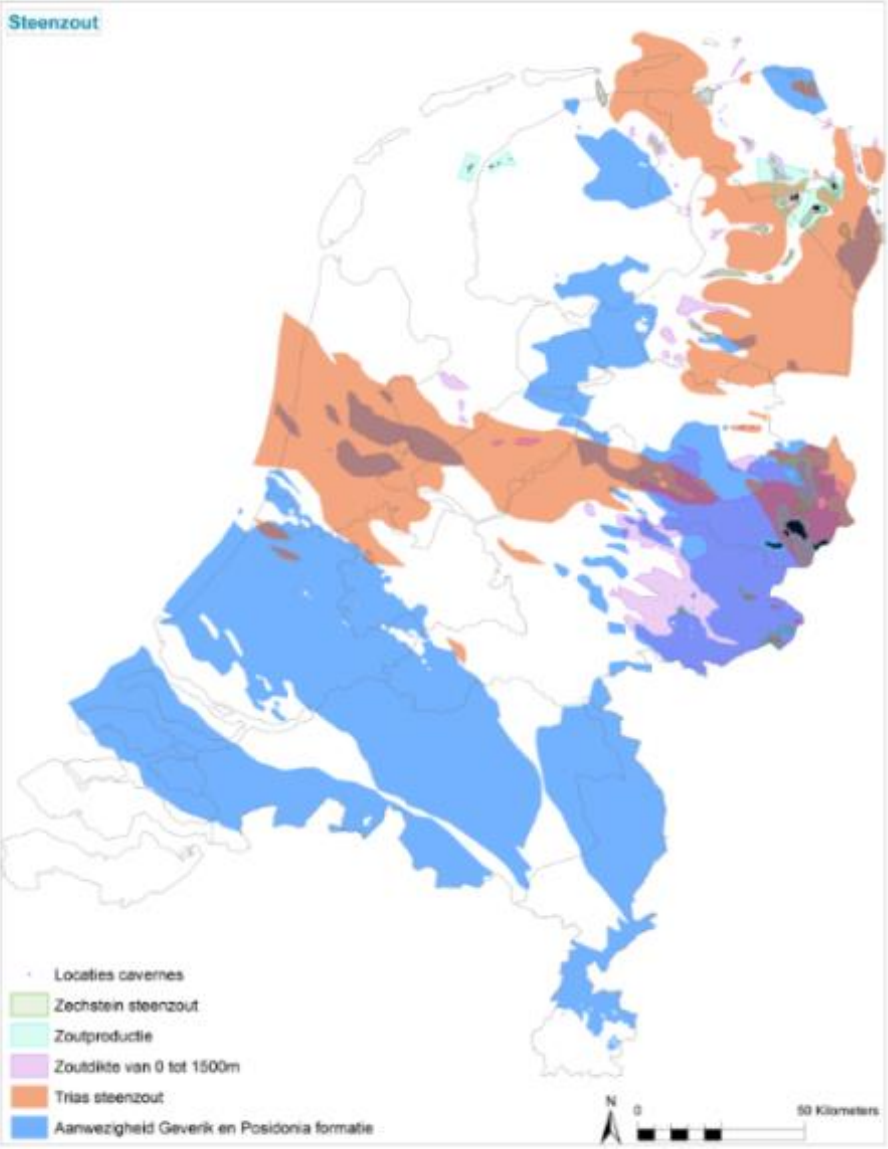
Figuur 3.3 Potentieel en vergunningen aardwarmte (de vergunningen betreffen zowel de winningsvergunningen als de opsporingsvergunningen en vertonen daarom overlap)

3.4.3 ZOUTWINNING

In Nederland wordt steenzout gewonnen door oplossingsmijnbouw. Hierbij wordt zoetwater in de grond gespoten waardoor steenzout oplost. De oplossing (pekel) wordt vervolgens naar boven gepompt. In een zoutraffinaderij wordt de pekel vervolgens gereinigd en tot schoon zout ingedampt, of via chemische processen omgezet in chloor en natriumhydroxide.

Bij het oplossen van het steenzout ontstaan ondergrondse holtes, ook wel cavernes genoemd. Deze moeten tijdens de winning goed in de gaten gehouden worden: als ze te groot worden is er kans op bodemdaling of, in uitzonderlijke gevallen, zelfs instorting. In Barradeel, waar op zeer grote diepte (2500-3000 m) zout uit de Zechstein gewonnen wordt, is de bodem inmiddels meer dan 32 centimeter gedaald.

Naast de zoutwinning in Barradeel wordt er ook bij Zuidwending en Winschoten zout uit de Zechstein gewonnen. Bij Hengelo wordt zout uit het Perm gewonnen. Op deze locaties wordt het zout op iets minder grote dieptes gewonnen: tussen 600 en 1600 meter.In Figuur 3.4 is het potentieel en aanwezige vergunningen voor zoutwinning weergegeven.



Figuur 3.4 Potentieel steenzout

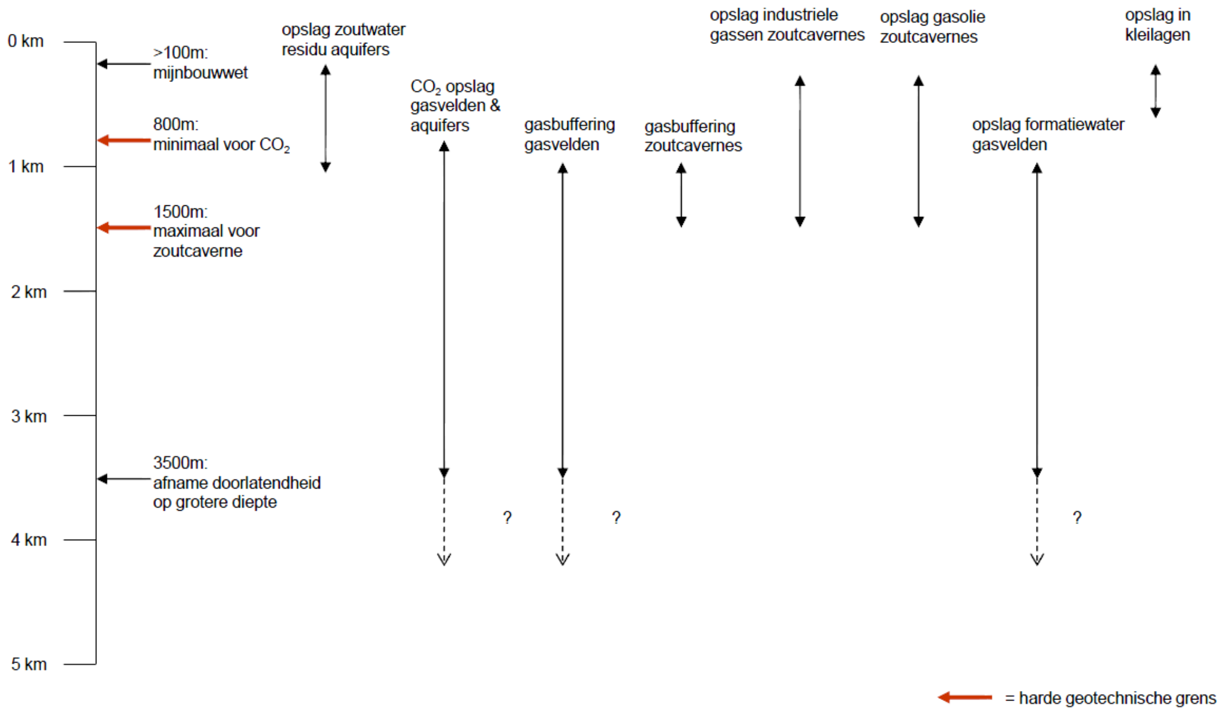
3.4.4 OPSLAG

Diverse ruimten in de diepe ondergrond zijn geschikt voor de opslag van stoffen (gassen, vloeistoffen, vaste stoffen). Deze ruimten zijn aanwezig in gesteenteporiën (olie/gasvelden, aquifers) of holle ruimten (zoutcavernes, holtes in kleilagen). Bij opslag wordt onderscheid gemaakt tussen permanente (bijvoorbeeld CO_2, formatiewater, et cetera) en tijdelijke opslag (zogenaamde buffering) van stoffen (aardgas, gasolie, industriële gassen, et cetera). Injectiviteit, opslagvolume en integriteit van de opslagruimte en het afsluitende pakket zijn de belangrijkste geotechnische parameters voor ondergrondse opslag. In de volgende paragrafen worden deze aspecten verder behandeld.

Opslag vindt plaats in natuurlijk aanwezige ruimten in de ondergrond (de poriën van een gesteente) of ruimten die specifiek voor de opslag zijn aangelegd (cavernes). In de Nederlandse ondergrond komen met name de volgende lagen en structuren in aanmerking voor opslag (permanent en buffering):

- Olie- of gasvelden: Deze structuren zijn zowel geografisch als in diepte afgebakend en hebben reeds bewezen dat ze voor lange tijd (geologische tijdschaal van miljoenen jaren) stoffen kunnen vasthouden. De opslagcapaciteit zit in de porieruimte van het gesteente en is equivalent aan het gewonnen olie- of gasvolume. Met name gasvelden hebben vaak een grote opslagcapaciteit (oplopend tot meerdere miljarden kubieke meters gasinhoud).
- Aquifers: Betreft voornamelijk poreuze en goed doorlatende, watergevulde zandsteenlagen maar mogelijk ook kalksteenlagen met bijv. karstholtes). Net als bij olie- en gasvelden is de opslagcapaciteit hier aanwezig in de gesteenteporiën. Bij aquifers is de opslagcapaciteit per eenheid gesteentevolume laag omdat er geen ruimte is gecreëerd door bijvoorbeeld gaswinning. Aquifers hebben echter een grote geografische uitgestrektheid waardoor het volume toch significant kan zijn. Aquifers zijn veel minder intensief bestudeerd dan gas- en olievelden waardoor op dit moment veel minder gegevens en kennis over de opslagmogelijkheden aanwezig zijn. Omdat Nederland veel gasvelden heeft, genieten deze vooralsnog de voorkeur voor opslag en buffering.
- Zoutcavernes: Dit zijn grote, met pekel gevulde holtes die ontstaan door de uitloging van zout (zie factsheet zoutwinning). Door de pekel uit de caverne te pompen ontstaat een holle opslagruimte. Zoutcavernes zijn met name geschikt voor doeleinden die een grote injectie en productiecapaciteit vereisen en/of volstaan met een beperkt volume (cavernes zijn in principe veel kleiner dan gasvelden, tot ca. 1 miljoen m^3 inhoud).
- Kleilagen: Kleilagen zijn in veel gevallen (afhankelijk van hun precieze samenstelling en breuken) eveneens een goed afsluitend gesteente. Voor opslag moeten hierin echter speciaal holtes in worden aangelegd. Opslagruimte in kleilagen zal daarom naar verwachting een beperkter volume leveren dan in gasvelden en zoutcavernes.

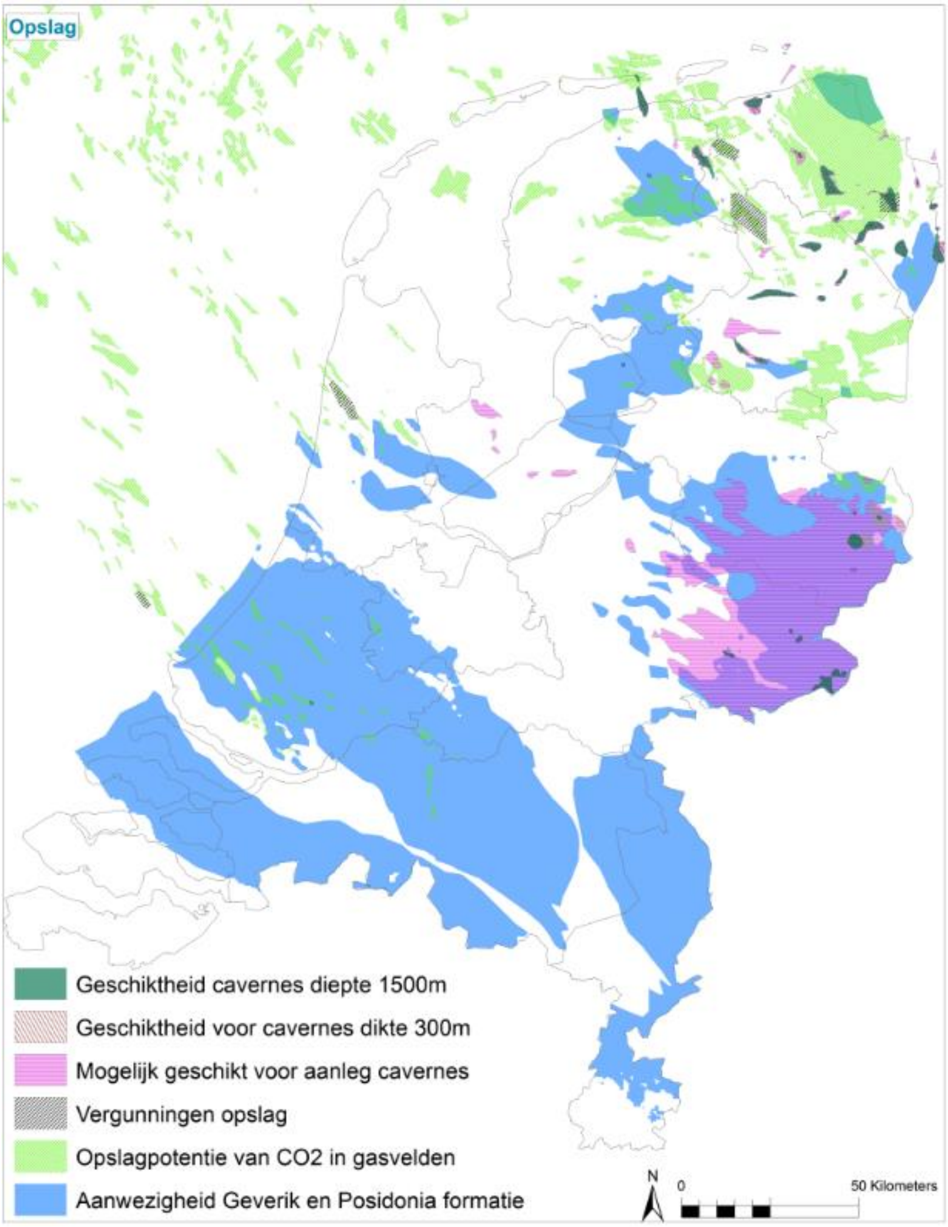
Opslag kan in principe plaatsvinden binnen een groot dieptebereik. Een aantal ruimten en stoffen zijn echter gebonden aan randvoorwaarden en voor sommige opslagen is er een zekere voorkeur voor een bepaald dieptebereik (TNO, 2012). Het onderstaande schema in Figuur 3.5 geeft een globaal overzicht:



Figuur 3.5 Dieptebereik per type opslag (TNO, 2012)

Gezien de diepte van Geverik Laagpakket en Posidonia Schalie Formatie is er verticaal gezien vooral grote overlap tussen de schalielagen en de functie CO_2 opslag, industriële gassen, gasbuffering en opslag formatiewater in gasvelden. Verticale interferentie is in beperkte mate aanwezig met de opslag in zoutcavernes (tot maximaal 1.500 meter beneden het maaiveld).

In Figuur 3.6 is het potentieel voor opslag in de diepe ondergrond weergegeven.



Figuur 3.6 Potentieel opslag

3.5 TOETSINGSKADER

3.5.1 BELEIDSKADER

Bij mijnbouwactiviteiten dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van andere functies van de (diepe) ondergrond. Via de opsporingsvergunning en het winningsplan wordt hier al rekening mee gehouden. In paragraaf 5.3 is het beleidskader voor mijnbouwactiviteiten beschreven. Bufferzones ten opzichte van andere gebruikers van de boven- en ondergrond zijn niet in de wet- en regelgeving vastgelegd. In de mijnbouwwetgeving staat alleen dat er rekening moet worden gehouden met andere gebruikers. Het is vrij lastig om bufferzones generiek vast te leggen, ook dit vergt in veel gevallen locatiespecifiek onderzoek.

In de Structuurvisie voor de Ondergrond, die parallel aan de Structuurvisie Schaliegas wordt opgesteld, zal een afwegingskader voor ondergrondse functies worden opgesteld.

3.5.2 BEOORDELINGSKADER

Voor het beoordelen van de verschillende deelgebieden op de potentiële interferentie tussen schaliegaswinning en de andere ondergrondse functies zijn de volgende twee stappen doorlopen:

- In een eerste stap zijn de schalielagen op de kaart van Nederland weergegeven. Op dezelfde kaart zijn andere ondergrondse functies (of gebieden met potentie voor andere ondergrondse functies) geprojecteerd. Op deze manier wordt zichtbaar in welke gebieden mogelijk sprake is van overlap tussen schalielagen en andere ondergrondse functies. Als er meer functies zijn is de benodigde afstemming tussen functies belangrijker en complexer omdat de kans op ruimtelijke uitsluiting van functies groter is. Deze afstemming heeft betrekking op de bovengrondse inrichting van het gebied (keuze voor productielocaties en aan- en afvoerroutes) en ondergrondse afstemming (om bijvoorbeeld te voorkomen dat een boring door een laag met potentie voor opslag gaat). De kaarten met de potentieel schaliegashoudenlagen en de andere functies zijn opgenomen bij de beschrijving van de referentiesituatie (paragraaf 3.4).
- In de tweede stap is op basis van beschikbare literatuur een inschatting gemaakt van de risico's op fysieke interferentie in de diepe ondergrond tussen schaliegaswinning en andere functies waarbij functies elkaar direct negatief beïnvloeden.

In Tabel 3.1 is de scoringsmethodiek voor het risico dat interferentie met andere ondergrondse risico's optreedt weergegeven.

Scoringsmethodiek interferentie met ondergrondse functies
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Niet van toepassing voor dit beoordelingscriterium
Er is geen of nauwelijks risico op interferentie met de andere genoemde ondergrondse functies
Er is gering risico op interferentie met de andere genoemde ondergrondse functies
Er is groot risico op interferentie met de andere genoemde ondergrondse functies

Tabel 3.1 Scoringsmethodiek interferentie met ondergrondse functies

Zoals in de concept NRD (Ministerie van Economische Zaken, 2014, p. 27) is beschreven biedt de indeling in landschapstypen voor het beoordelen van het aspect interferentie ondergrondse functies geen meerwaarde, omdat er geen relatie is tussen interferentie en type landschap. In dit hoofdstuk is daarom de indeling naar landschapstypen niet gebruikt. Interferentie wordt op het niveau van deelgebieden beschreven.

3.6 INTERFERENTIE

Stap 1 beschrijving interferentie

Het resultaat van de eerste stap is bij de beschrijving van de referentiesituatie (paragraaf 3.4) weergegeven. Daar zijn de kaarten opgenomen met de potentieel schaliegashoudenlagen en de andere functies. Op basis van deze kaarten wordt duidelijk waar verschillende (potenties) voor ondergrondse functie overlappen met de potentieel schaliegashoudende lagen en de kans op ruimtelijke uitsluiting dus aanwezig is

Stap 2 beschrijving interferentie

Voor het beschrijven van de fysieke interferentie tussen schaliegas en de vier ondergrondse functies is gebruik gemaakt van:

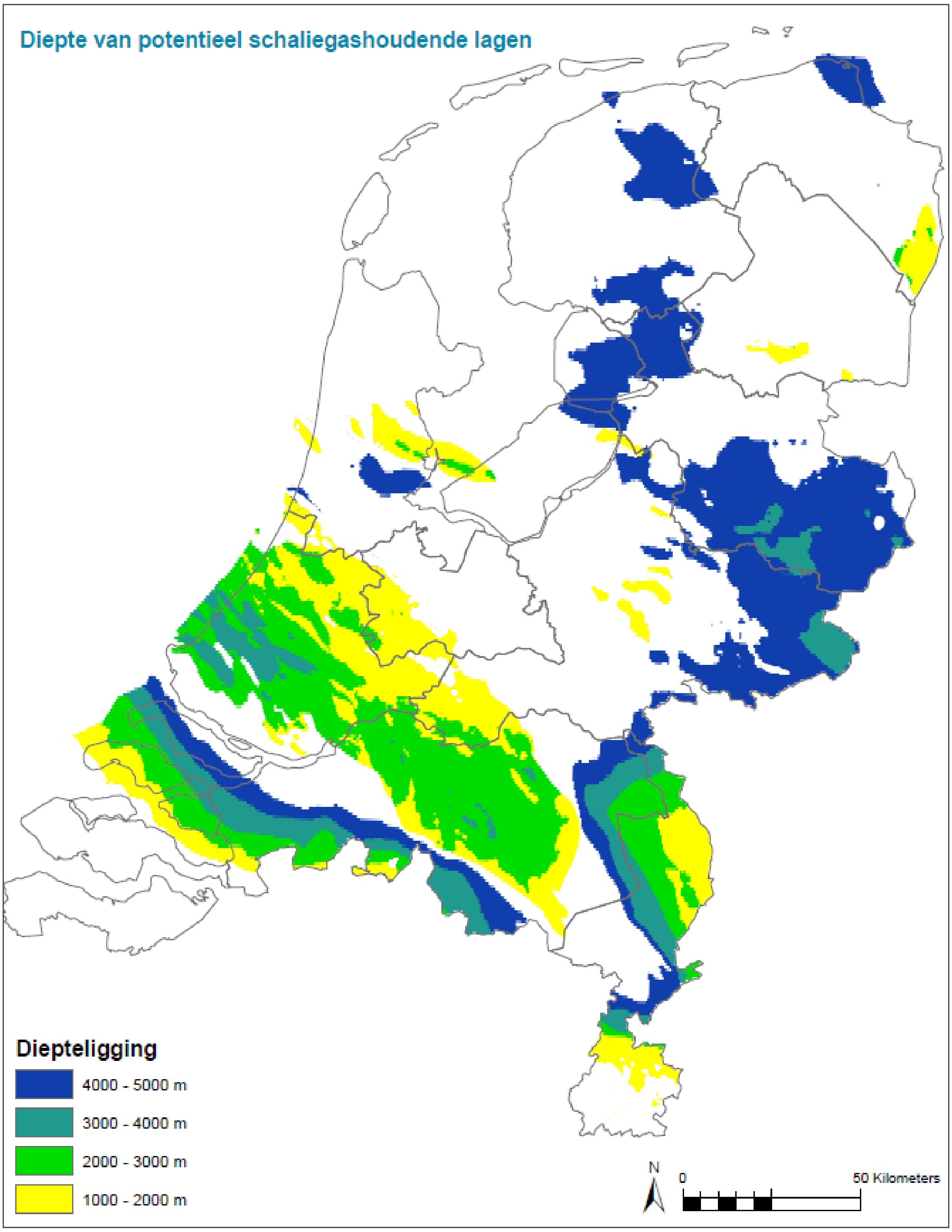
- Informatiebladen TNO (2012). Deze bevatten kaarten en factsheets per functie die TNO heeft opgesteld ter ondersteuning van het kaartmateriaal dat in het kader van de projecten VRODO (Voorbereiding Ruimtelijke Ordening Diepe Ondergrond) en STRONG (Structuurvisie Ondergrond) aan de provincies en gemeenten is opgeleverd.
- Aanvullend onderzoek naar mogelijke risico's en gevolgen van de opsporing en winning van schalie- en steenkoolgas in Nederland (Witteveen & Bos, ARCADIS, Fugro, 2013).

Bij het fracken zal er er normaal gesproken geen frack ontstaan tot enkele meters buiten de schalielaag (zie daarover verder paragraaf 5.5.1). Daardoor blijven de effecten van schaliegaswinning beperkt tot de schalielaag zelf, en treedt nauwelijks fysieke interferentie op met andere functies, ervan uitgaande dat er rekening is gehouden met de aanwezigheid van andere functies in de ondergrond bij de mijnbouwvergunningverlening. Functies zoals reguliere olie- en gaswinning en geothermie opereren in zandige lagen en niet in de leisteenlagen waaruit schaliegas wordt gewonnen. Om die reden heeft de winning van schaliegas uit de schalielagen geen directe invloed op de reguliere olie- en gaswinning en geothermie. Zoutwinning vindt plaats in ondiepere lagen dan de schalielagen waardoor de zoutwinning ook niet direct wordt beïnvloed door de schaliegaswinning.

Schaliegaswinning kan mogelijk wel interfereren met de functie opslag in de diepe ondergrond. Als de laag waaruit schaliegas gewonnen wordt tevens de afsluitende laag van een ondergrondse opslag is, dan kan de integriteit van deze afsluitende laag aangetast worden (TNO, 2012).

In een schalielaag kunnen verlaten boorputten aanwezig zijn, van functies die niet langer in gebruik. De risico's daarvan zijn beschreven in paragraaf 5.5.1.

Opslag kan tot een diepte van 3.500 meter beneden het maaiveld plaatsvinden (TNO, 2012). Wanneer de schalielagen tussen 1.500 en 3.500 meter aanwezig zijn, is er dus kans dat de schalielaag de afsluitende laag vormt. In Figuur 3.7 is de diepte weergegeven vanaf waar de schalielagen aanwezig zijn. In de donkerblauwe gebieden gaan we dus niet uit van interferentie met de functie opslag.



Figuur 3.7 Diepte van bovenzijde schalielagen binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond (TNO, 2014)

Beoordeling van interferentie

In Tabel 3.2 is per deelgebied in beeld gebracht hoeveel andere functies er (in potentie) in het gebied aanwezig zijn, waar horizontaal overlap is met de functie opslag. Daarnaast is aangegeven vanaf welke diepte de schalielaag begint: hoe dieper de schalielaag begint hoe kleiner het risico is dat de schalielaag de afsluitende laag is van de functie opslag. Daarmee is de diepte vanaf waar de schalielaag aanwezig is een belangrijke parameter voor de kans op interferentie met de functie opslag.

	Stap 1	Stap 2	
Deelgebied	Aantal andere functies naast opslag	Horizontale overlap tussen potentie voor opslag en schalielagen	Diepte bovenkant schalielaag
Zuid-Limburg	aardwarmte	Geen overlap	< 1 km
Noord-Brabant/ Noord-Limburg	Opslag, aardwarmte, olie/gas conventioneel	Zeer geringe overlap	1-3 km
Oost-Nederland	Opslag, olie/gas conventioneel, zoutwinning	Grote overlap	3-4 km
Noord-Nederland	Opslag, olie/gas conventioneel, aardwarmte, zoutwinning	Grote overlap	4-5 km
Groene Hart	Opslag, aardwarmte, olie/gas conventioneel	Zeer geringe overlap	< 1 km
Laag Holland	Opslag, olie/gas conventioneel, aardwarmte, zoutwinning	Zeer geringe overlap	< 1 km
Flevoland	Opslag, olie/gas conventioneel, aardwarmte, zoutwinning	Zeer geringe overlap	4-5 km
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Aardwarmte 1	Geen overlap	1-2 km
Zuidvleugel	Opslag, aardwarmte, olie/gas conventioneel	Deels overlap	2-3 km
Kustzone	Opslag, olie/gas conventioneel, aardwarmte, zoutwinning	Zeer geringe overlap	2-3 km

Tabel 3.2 Beoordeling van het risico op interferentie per deelgebied

In Tabel 3.3 is per deelgebied het risico op interferentie beschreven en beoordeeld.

Deelgebied	Interferentie risico
Zuid-Limburg	In Zuid-Limburg is de schalielaag al vanaf 1 km diepte aanwezig. In Zuid-Limburg is geen potentieel voor de functie opslag. Wel is de functie aardwarmte aanwezig. Het risico op interferentie met deze functie wordt als te verwaarlozen ingeschat.
Noord-Brabant/ Noord-Limburg	In Noord-Brabant/Noord-Limburg is zeer geringe overlap met de functie opslag aanwezig (slechts een paar kleine gebieden zijn geschikt voor opslag CO_2, zie Figuur 3.6 Potentieel opslag). Daarnaast zijn er nog twee ondergrondse functies die in dit deelgebied potentieel hebben (aardwarmte en olie/gas conventioneel). Omdat de schalielaag voornamelijk vanaf 2 km

	diepte aanwezig is (in kleine gebieden vanaf 1 km) wordt het risico op interferentie met ondergrondse functies als gering ingeschat.
Oost-Nederland	In Oost-Nederland is relatief grote overlap met het potentieel voor opslag in zoutcavernes. Daarnaast zijn er twee andere functies die potentieel hebben (olie/gas conventioneel en zoutwinning). Omdat de schalielaag pas van 3-4 km aanwezig is en de schalielaag dus geen afsluitende laag kan zijn voor de functie opslag wordt het risico op interferentie met andere ondergrondse functies als gering ingeschat.
Noord-Nederland	In Noord-Nederland is overlap met alle vier ondergrondse functies, waaronder opslag. Omdat de schalielaag pas vanaf 4-5 km aanwezig is en dus geen afsluitende laag kan zijn voor de functie opslag wordt het risico op interferentie als gering ingeschat.
Groene Hart	In het Groene Hart is zeer geringe overlap met de functie opslag aanwezig (slechts een paar kleine gebieden zijn geschikt voor opslag CO_2, zie Figuur 3.6 Potentieel opslag). Daarnaast zijn er nog twee ondergrondse functies die in dit deelgebied potentieel hebben (aardwarmte en olie/gas conventioneel). De schalielaag is vanaf 1 km diepte aanwezig is. Het risico op interferentie met ondergrondse functies wordt als gering ingeschat.
Laag Holland	In Laag Holland is deels overlap met alle vier de functies, waaronder opslag aanwezig. De schalielaag is al vanaf 1 km diepte aanwezig. Omdat de overlap met opslag zeer gering is (zie Figuur 3.6 Potentieel opslag) wordt het risico op interferentie met ondergrondse functies als gering ingeschat.
Flevoland	In Flevoland is overlap met het potentieel voor opslag aanwezig. Daarnaast is er potentieel voor aardwarmte, olie/gas conventioneel en steenzout. Omdat de schalielaag pas vanaf 4-5 km aanwezig is en de schalielaag dus geen afsluitende laag kan zijn voor de functie opslag wordt het risico op interferentie als te verwaarlozen ingeschat.
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	In de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden is alleen potentieel voor aardwarmte aanwezig. Om die reden wordt het risico op interferentie als te verwaarlozen ingeschat.
Zuidvleugel	In Zuidvleugel is overlap aanwezig met de functie opslag. Daarnaast zijn de functies aardwarmte en olie/gas conventioneel aanwezig. Omdat de schalielaag vanaf een diepte van 2-3 km aanwezig is wordt het risico op interferentie als gering ingeschat.
Kustzone	In de kustzone is overlap aanwezig met alle vier de functies, waaronder opslag. Omdat de schalielaag vanaf een diepte van 2-3 km aanwezig is wordt het risico op interferentie als gering ingeschat.

Tabel 3.3 Beoordeling interferentie met ondergrondse functies

3.7 GRENSOVERSCHRIJDENDE INTERFERENTIE

Hiervoor is geconcludeerd dat er voor schaliegaswinning alleen interferentie te verwachten is met de functie opslag. Schaliegaswinning nabij de Belgsiche of Duitse grens kan dus interferen met de functie opslag in de Belgische en Duitse ondergrond. Voor schaliegaswinningen in de buurt van de grens geldt dat dezelfde voorzorgsmaatregelen genomen dienen te worden als voor elke andere schaliegaswinning in Nederland. Omdat er sprake is van verschillende bevoegde gezagen is afstemming over dit onderwerp met de buurlanden noodzakelijk in het geval schaliegaswinningen nabij de grens onderzocht wordt.

3.8 CUMULATIE

Voor het beoordelingscriterium interferentie met andere ondergrondse functies is cumulatie in algemene zin een factor van belang: Naar mate er meer schaliegaswinningen komen is de kans groter dat er interferentie optreedt met andere functies.

Wanneer schaliegas gecombineerd wordt met andere ondergrondse functies is cumulatie van milieu-effecten een factor van belang. Door meerdere functies te combineren zullen de milieu-effecten toenemen. De cumulatie van milieu-effecten ten gevolge van het combineren van functies in de ondergrond (waaronder schaliegas) wordt in de planMER STRONG onderzocht.

3.9 GEVOELIGHEIDSANALYSE

Voor de beoordeling van interferentie met ondergrondse functies is de voorbeeldwinning niet als uitgangspunt gebruikt. Er is op een hoger abstractieniveau naar schaliegaswinningen en andere ondergrondse functies gekeken. Wijzigingen in de uitgangspunten voor de voorbeeldwinning leiden dan ook niet tot een wijziging in de effecten voor het aspect interferentie met ondergrondse functies.

Schalieolie
In Bijlage 5 zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven. Op hoofdlijnen is er een beperkt aantal verschillen. Schalieolie moet naar het oppervlak gepompt worden en gas stroomt naar het oppervlak. De behandelingsinstallatie van olie wijkt af van die van gas en de afstand van de behandelingsinstallatie naar het transportnetwerk of een afnamepunt zal bij olie gemiddeld groter zijn dan bij gas. Deze verschillen zijn naar verwachting niet van invloed op de effectbeoordeling voor interferentie met ondergrondse functies. De analyse en beoordeling uit dit hoofdstuk zijn dus ook van toepassing op de winning van schalieolie.

3.10 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

De Structuurvisie Ondergrond biedt na vaststelling het ruimtelijke afwegingskader voor activiteiten in de ondergrond die van nationaal ruimtelijk belang zijn. Het ruimtelijke afwegingskader geeft aan waar activiteiten, onder welke voorwaarden, worden toegestaan en waar niet (zie 3.3 Relatie met Structuurvisie Ondergrond). Verder planvorming voor wat betreft schaliegas zal dan ook binnen dat programma plaatsvinden.

3.11 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Momenteel is er nog geen beleid of afwegingskader om verschillende initiatieven in de diepe ondergrond die elkaar mogelijk negatief beïnvloeden integraal af te wegen. De Structuurvisie Ondergrond zal hier naar verwachting een eerste stap in zetten. Binnen het Programma Bodem en Ondergrond zullen de onderlinge interacties van activiteiten en hun (afzonderlijke en gecombineerde) effecten op de omgeving inclusief de interactie/afstemming met de bovengrond worden onderzocht. Het zal daarmee een gemeenschappelijke visie op een samenhangende 3D-planning van bodem en ondergrond zijn in relatie tot ruimtelijke ordening van de bovengrond.

Ook een evaluatieprogramma voor interferentie tussen ondergrondse functies is een thema dat binnen het Programma Bodem en Ondergrond opgepakt zal worden waarbij schaliegas integraal met de andere functies wordt meegenomen.

Geadviseerd wordt beter in beeld te brengen wanneer ondergrondse ruimtelijke uitsluiting optreedt. Een vraag die daarbij speelt is: Kan een schalielaag geëxploiteerd worden wanneer bestaande en in bedrijf zijnde boringen voor geothermie of conventionele olie/gaswinning de betreffende schalielaag doorboren.

4 Watervoorziening en afvoer

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het aspect watervoorziening en afvoer beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 4.1)*
- *Waterbehoefte en overschot (paragraaf 4.2)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 4.3)*
- *Effectbeschrijving en beoordeling (paragraaf 4.4)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 4.5)*
- *Cumulatie (paragraaf 4.6)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 4.7)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 4.8)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 4.9)*

4.1 REFERENTIESITUATIE

Om de effecten op waterkwantiteit (watervoorziening, afvoer van water en bemalingseffecten) in beeld te brengen wordt eerst de referentiesituatie beschreven. In paragraaf 4.1.3 wordt eerst een korte beschrijving gegeven van het watersysteem en de grondwatersituatie in de deelgebieden. In de daarop volgende drie paragrafen 'het drinkwaterleidingnetwerk als bron voor de waterbehoefte' (paragraaf 4.1.2), 'het grondwater als bron voor de waterbehoefte' (paragraaf 4.1.3), 'het oppervlaktewater als bron voor waterbehoefte' (paragraaf 4.1.4) wordt specifieker ingegaan op de eigenschappen in die het voorzien in de waterbehoefte mogelijk maakt vanuit respectievelijk het grondwater en het oppervlaktewater.

4.1.1 HET WATERSYSTEEM EN DE GRONDWATERSITUATIE IN DE DEELGEBIEDEN

In voorliggende paragraaf wordt het watersysteem en de grondwaterstandsituatie van de deelgebieden beschreven. Deze beschrijving vormt een samenvatting uit de beschrijving van de landschapstypen, zoals was opgenomen in de NRD. Een overzichtelijke beschrijving van de grondwaterlichamen op stroomgebied niveau is te vinden op de website van Deltares (2013).

Zuid-Limburg
Het heuvelland bestaat voornamelijk uit kalksteen met rivierafzettingen van de Maas en een plaatselijk dikke laag löss. De Maas heeft hier ingesneden doordat de zeespiegel daalde ten opzichte van het omhoog komende aardoppervlak (Ardennen). De erosie die dit tot gevolg heeft gehad is terug te zien in de nu nog aanwezige Maasterrassen. Een deel van de bodemlagen zijn ten opzichte van elkaar verschoven langs breuken in de ondergrond. Boven op de terrassen bestaat de bodem uit löss of puinhoudende sedimenten.

Op de Maasterrassen voeren de kleinere beeksystemen de oppervlakkige afstroming van neerslag in het gebied af. De insnijdingen van deze beeksystemen hebben geleid tot een heuvellandschap met beekdalen. Een dicht net van sloten is niet aanwezig. Neerslag infiltreert in de bodem en door de naar beneden gerichte grondwaterstroming vult het zo het diepere grondwater aan. Wanneer de bodem de neerslag niet meer op kan nemen, stroomt het water op- en vlak onder het oppervlak af. De ondiepe infiltratie van neerslag wordt deels afgevangen door de beekdalsystemen.

De diepere grondwaterstroming is gericht naar de Maas maar ook wordt ook beïnvloed door de grondwateronttrekkingen rond de bruinkoolwinning in Duitsland.

De grondwaterstanden zijn op de heuvels en op de Maasterrassen zeer diep (meer dan 5 meter onder het maaiveld). In de beekdalen komen ondiepere grondwaterstanden voor. Het grondwater is zoet van karakter. De samenstelling van het water wordt vervolgens sterk beïnvloed door de aanwezige sedimenten en gesteenten waar het doorheen stroomt naar de diepte. Door de veelal landbouwkundige goede gronden in het rivierengebied is het grond- en oppervlaktewater voedselrijk van karakter.

De aanwezige bodems zijn overwegend niet zettingsgevoelig. Door mijnbouw zijn plaatselijk uitgebreide ondergrondse gangenstelsel aanwezig.

Noord- Brabant en Noord-Limburg, subgebied A

Subgebied A in Noord-Brabant bestaat uit zandgebied. De zandgebieden kennen een ondiepe bodemopbouw van hoofdzakelijk redelijk tot goed doorlatende zanden. Hierin bevinden zich her en der leemlagen, in de beekdalen beekleem, op andere delen door de wind afgezette leembandjes. De diepere bodemopbouw bestaan uit grovere- en grindrijke zanden. De grondwaterstand kan variëren van enkele tot meerdere tientallen meters onder het maaiveld. Plaatselijk kunnen deze gebieden worden doorsneden door beekdalen die een (beperkte) ontwaterende werking hebben op het grondwater. Het oppervlaktewater bestaat uit droogvallende greppels ter plaatse van de landbouwpercelen. Deze wateren af op watervoerende sloten die uitlopen in de beken die zich in de beekdalen bevinden. Om de waterstand in gebieden op peil te houden bevinden zich stuwen in de watergangen. Het grondwater is zoet van karakter.

Noord-Brabant en Noord-Limburg, subgebied B

Subgebied B in Noord-Brabant betreft ook een zandgebied. Daarmee komt de beschrijving van de bodemopbouw, het watersysteem en de grondwatersituatie overeen met die van subgebied A in Noord-Brabant.

Noord-Brabant en Noord-Limburg, subgebied C

Subgebied C in Noord-Limburg bestaat vooral uit zandgebied. Alleen rond de Maas is het landschapstype rivierengebied aanwezig en is er een veenkolonie aanwezig.
Voor een beschrijving van de bodemopbouw, het watersysteem en de grondwatersituatie wordt verwezen naar de beschrijving van subgebied A in Noord-Brabant.

In het rivierengebied van subgebied C in Noord-Limburg is de bedding van de rivier lager gelegen dan het omliggende gebied, de grondwaterstroming is hier naar de rivier gericht. De neerslag infiltreert door de deklaag naar de watervoerende pakketten, en het grondwater wordt afgevoerd door de rivier. De grondwaterstand kan nabij de rivier sterk fluctueren afhankelijk van het waterpeil van de rivier. In het gebied is een slotenpatroon aanwezig voor de afwatering van water tijdens natte omstandigheden.

De veenkolonie in het subgebied C in Noord-Limburg, een voormalig hoogveengebied, betreft een veenafzetting in een van oudsher nat gebied, ontstaan door een slecht doorlatende laag keileem waarop neerslag stagneerde. De bodem boven de slecht doorlatende laag tot aan maaiveld bestaat uit door de wind afgezet dekzand. Onder de slecht doorlatende laag bevinden zich goed doorlatende grovere zandige afzettingen. In de veenkolonie is de venige laag vrijwel geheel afgegraven. Dit resulteerde in hoofzakelijk zandige bodems aan het oppervlak, met lokaal nog een restant veen. Het gebied kent een dicht patroon van sloten om het veen te ontwateren. In het kader van landinrichtingen zijn vaak veel van deze

watergangen gedempt. Het neerslagwater infiltreert en er is een voornamelijk verticaal gerichte grondwaterstroom naar de diepere, goed doorlatende lagen. Het grondwater is zoet van karakter. De bodem is niet zetting gevoelig, tenzij veenresten aanwezig zijn.

Oost-Nederland

Het deelgebied Oost-Nederland bestaat vooral uit zandgebied. Alleen rond de IJssel is het landschapstype rivierengebied aanwezig. De zandgebieden kennen een ondiepe bodemopbouw van hoofdzakelijk redelijk tot goed doorlatende zanden. Hierin bevinden zich her en der leemlagen, in de beekdalen beekleem, op andere delen door de wind afgezette leembandjes en in de ijstijd afgezet dikke keileem lagen. De diepere bodemopbouw bestaan uit grovere- en grindrijke zanden**.** De grondwaterstand kan variëren van enkele tot meerdere tientallen meters onder het maaiveld. Plaatselijk kunnen deze gebieden worden doorsneden door beekdalen die een (beperkte) ontwaterende werking hebben op het grondwater. Het oppervlaktewater bestaat uit droogvallende greppels ter plaatse van de landbouwpercelen. Deze wateren af op watervoerende sloten die uitlopen in de beken die zich in de beekdalen bevinden. Om de waterstand in gebieden op peil te houden bevinden zich stuwen in de watergangen. Het grondwater is zoet van karakter.

In het rivierengebied van Oost-Nederland is de bedding van de rivier lager gelegen dan het omliggende gebied, de grondwaterstroming is hier naar de rivier gericht. De neerslag infiltreert door de deklaag naar de watervoerende pakketten, en het grondwater wordt afgevoerd door de rivier. De grondwaterstand kan nabij de rivier sterk fluctueren afhankelijk van het waterpeil van de rivier. In het gebied is een slotenpatroon aanwezig voor de afwatering van water tijdens natte omstandigheden.

Noord-Nederland, subgebied A

Subgebied A in Noord-Nederland bestaat deels uit zandgronden en een Veenkolonie in de zuidoostelijke hoek van het noordelijke deel en laagveengebieden in het zuidelijke deel.

De zandgebieden kennen een ondiepe bodemopbouw van hoofdzakelijk redelijk tot goed doorlatende zanden. Hierin bevinden zich her en der leemlagen, in de beekdalen beekleem, op andere delen door de wind afgezette leembandjes en in het oostelijke zandgebied ook in de ijstijd afgezet dikke keileem lagen. De diepere bodemopbouw bestaan uit grovere- en grindrijke zanden**.** De grondwaterstand kan variëren van enkele tot meerdere tientallen meters onder het maaiveld. Plaatselijk kunnen deze gebieden worden doorsneden door beekdalen die een (beperkte) ontwaterende werking hebben op het grondwater. Het oppervlaktewater bestaat uit droogvallende greppels ter plaatse van de landbouwpercelen. Deze wateren af op watervoerende sloten die uitlopen in de beken die zich in de beekdalen bevinden. Om de waterstand in gebieden op peil te houden bevinden zich stuwen in de watergangen. Het grondwater is zoet van karakter.

De Veenkoloniën, voormalige hoogveengebieden met veenafzettingen in van oudsher natte gebieden, ontstaan door slecht doorlatende lagen van keileem waarop neerslag stagneerde. De bodem boven de slecht doorlatende laag tot aan maaiveld bestaat uit door de wind afgezet dekzand. Onder de slecht doorlatende laag bevinden zich goed doorlatende grovere zandige afzettingen. In de veenkoloniën zijn de venige lagen vrijwel geheel afgegraven. Dit resulteerde in hoofzakelijk zandige bodems aan het oppervlak, met lokaal nog een restant veen. De gebieden kennen van oudsher een dicht patroon van sloten om het veen te ontwateren. In het kader van landinrichtingen zijn veel van deze watergangen gedempt. Het neerslagwater infiltreert en er is een voornamelijk verticaal gerichte grondwaterstroom naar de diepere, goed doorlatende lagen. Het grondwater is zoet van karakter. De bodem is niet zettingsgevoelig, tenzij veenresten aanwezig zijn.

De deklaag van laagveengebieden bestaat zoals de naam al aangeeft uit hoofdzakelijk veen. Onder het slecht waterdoorlatende veen bevinden zich goed doorlatende zandige afzettingen. Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. Het gebied wordt verder gekenmerkt door relatief veel oppervlaktewater. Het grondwater bevindt zich hier relatief dicht bij of op het maaiveld (minder dan 0,5 meter beneden maaiveld). Het grondwater stroomt door de deklaag verticaal omhoog en vervolgens zijwaarts naar het slotensysteem (Noordhoff, 2009) (Jongmans et al, 2013). De bodem in de laagveengebieden is sterk zettingsgevoelig.

Noord-Nederland, subgebied B
Subgebied B in Noord-Nederland bestaat vrijwel geheel uit Veenkoloniën. Deze voormalige hoogveengebieden betreffen veenafzettingen in van oudsher natte gebieden, ontstaan door slecht doorlatende lagen van keileem waarop neerslag stagneerde. De bodem boven de slecht doorlatende laag tot aan maaiveld bestaat uit door de wind afgezet dekzand. Onder de slecht doorlatende laag bevinden zich goed doorlatende grovere zandige afzettingen. In de veenkoloniën zijn de venige lagen vrijwel geheel afgegraven. Dit resulteerde in hoofzakelijk zandige bodems aan het oppervlak, met lokaal nog een restant veen. De gebieden kennen van oudsher een dicht patroon van sloten om het veen te ontwateren. In het kader van landinrichtingen zijn veel van deze watergangen gedempt. Het neerslagwater infiltreert en er is een voornamelijk verticaal gerichte grondwaterstroom naar de diepere, goed doorlatende lagen. Het grondwater is zoet van karakter. De bodem is niet zettingsgevoelig, tenzij veenresten aanwezig zijn.

Noord-Nederland, subgebied C
Subgebied C in Noord-Nederland bestaat geheel uit zeekleigebied. Zeekleigebied bezit over het algemeen een slecht water doorlatende deklaag bestaand uit zeeklei- en/of veenlagen afgewisseld met zandige lagen. In de voormalige getijden geulen is een sterk wisselende bodemopbouw aanwezig van geulopvullingen en beddingafzettingen. Onder de zeeklei bevinden zich goed waterdoorlatende doorlatende grofzandige afzettingen. Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. De zeekleigebieden zijn boven of rond de zeespiegel gelegen. In delen vind vrije afstroming van water plaats, al dan niet met stuwen. In de lagere delen zijn gemalen waarmee oppervlaktewater op open water geloosd wordt.
Het grondwater in de goed waterdoorlatende lagen onder de deklaag heeft een lager peil dan bovenliggende watergangen in de deklaag. Hierdoor is er een naar beneden gerichte grondwaterstroming aanwezig. Het grondwater bevindt zich op een gemiddelde afstand tot het maaiveld (0,8 tot 1,0 meter beneden maaiveld). Door de neerslag is het ondiepe grondwater zoet van karakter. Afhankelijk van de ligging ten opzichte van de zee kunnen er in de diepte zoutwatervoorkomens aanwezig zijn. Door de aanwezige klei- en/of veenlagen is de bodem gevoelig voor ontwatering waardoor zettingen kunnen optreden.

Groene Hart
Het deelgebied het Groene Hart bestaat uit de landschapstypen rivierengebied, laagveengebied en droogmakerijen (in het westelijk deel).

De grote rivieren in het rivierengebied zijn gelegen in een bedding bestaande uit zand en grindlagen. Vanaf de rivier gaan deze over in fijnzandige afzettingen op de oevers en kleiige komafzettingen, vaak overgaand in veen verder van de rivier. De bedding van de rivier heeft zich ingesneden door de deklaag van klei met veenlagen en de aanwezige zand- en grindlagen. In het meest westelijk deel van het Groene Hart is de bedding van de rivier hoger gelegen dan het omliggende gebied. De grondwaterstroming is hier van rivier naar de poldergebieden. Het binnendijkse gebied kent een relatief dicht net van sloten wat zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging. Het grondwater bevindt zich hier relatief

dicht bij of op het maaiveld (minder dan 0,5 meter beneden maaiveld). Het grondwater stroomt door de klei- en veenlaag naast de bedding verticaal omhoog en naar het slotensysteem.
In het oostelijk deel van het deelgebied het Groene Hart is de bedding van de rivier lager gelegen dan het omliggende gebied, de grondwaterstroming is hier naar de rivier gericht. De neerslag infiltreert door de deklaag naar de watervoerende pakketten, en het grondwater wordt afgevoerd door de rivier. De grondwaterstand kan nabij de rivier sterk fluctueren afhankelijk van het waterpeil van de rivier. Het slotenpatroon is hier minder dicht.
Het grondwater is zoet van karakter. Op de delen waar de kleiige en venige afzettingen worden aangetroffen is de bodem zettingsgevoelig.

Het westelijke deel van het deelgebied het Groene Hart bestaat uit zowel droogmakerijen als laagveengebieden. Hierbij is er een slecht waterdoorlatende deklaag aanwezig die bestaat uit klei- off veenlagen. Onder de deklaag bevinden zich goed doorlatende zandige afzettingen.
Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. Het gebied wordt verder gekenmerkt door relatief veel oppervlaktewater. Afhankelijk van de ligging van het gebied ten opzichte van het zeeniveau wordt ten behoeve van de drooglegging met gemalen water geloosd. Het grondwater bevindt zich relatief dicht bij het maaiveld (0,5 tot 0,8 meter beneden maaiveld). Door de aanwezige klei- en/of veenlagen is de bodem gevoelig voor ontwatering waardoor verzakkingen (door zetting) kunnen optreden.

Laag Holland
Het deelgebied Laag Holland bestaat uit zowel droogmakerijen als laagveengebieden.
Hierbij is er een slecht waterdoorlatende deklaag aanwezig die bestaat uit klei- off veenlagen. Onder de deklaag bevinden zich goed doorlatende zandige afzettingen.
Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. Het gebied wordt verder gekenmerkt door relatief veel oppervlaktewater. Afhankelijk van de ligging van het gebied ten opzichte van het zeeniveau wordt ten behoeve van de drooglegging met gemalen water geloosd. Het grondwater bevindt zich relatief dicht bij het maaiveld (0,5 tot 0,8 meter beneden maaiveld). Door de aanwezige klei- en/of veenlagen is de bodem gevoelig voor ontwatering waardoor verzakkingen (door zetting) kunnen optreden.

Flevoland
De Flevoland betreft vrijwel geheel een droogmakerij met een slecht waterdoorlatende deklaag bestaande uit klei- en/of veenlagen afgewisseld met zandige lagen. De totale dikte van deze deklaag bedraagt in totaal 5 tot 15 meter. Hieronder bevinden zich goed waterdoorlatende grofzandige afzettingen. Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. Met gemalen wordt het kwelwater en neerslag op open water geloosd.
Het maaiveld van de droogmakerijen en polders ligt in de meeste gevallen lager dan de omliggende gebieden en vaak zelfs beneden zeeniveau. Het grondwater in de goed waterdoorlatende lagen onder de deklaag heeft een hoger peil dan bovenliggende watergangen (sloten) in de deklaag. Hierdoor is er een naar boven gerichte grondwaterstroming aanwezig.

Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden
Het deelgebied de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden betreft ook een zeekleigebied. Daarmee komt de beschrijving van de bodemopbouw, watersysteem en de grondwatersituatie overeen met het deelgebied Zuidvleugel.

Zuidvleugel

Het deelgebied 'Zuidvleugel' betreft een zeekleigebied. Deze bezit over het algemeen een slecht water doorlatende deklaag bestaande uit zeeklei- en/of veenlagen afgewisseld met zandige lagen. In de voormalige getijden geulen is een sterk wisselende bodemopbouw aanwezig van geulopvullingen en beddingafzettingen. De totale dikte van deze deklaag is in totaal 5 tot 15 meter dik. Hieronder bevinden zich goed waterdoorlatende doorlatende grofzandige afzettingen.

Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. De zeekleigebieden zijn boven of rond de zeespiegel gelegen. In delen vind vrije afstroming van water plaats, al dan niet met stuwen. In de lagere delen zijn gemalen waarmee oppervlaktewater op open water geloosd wordt.

Het grondwater in de goed waterdoorlatende lagen onder de deklaag heeft een lager peil dan bovenliggende watergangen in de deklaag. Hierdoor is er een naar beneden gerichte grondwaterstroming aanwezig. Het grondwater bevindt zich op een gemiddelde afstand tot het maaiveld (0,8 tot 1,0 meter beneden maaiveld).

Door de neerslag is het ondiepe grondwater zoet van karakter. Afhankelijk van de ligging ten opzichte van de zee kunnen er in de diepte zoutwatervoorkomens aanwezig zijn.

Door de aanwezige klei- en/of veenlagen is de bodem gevoelig voor ontwatering waardoor zettingen kunnen optreden.

Kust

De kustzone bestaat uit zandige afzettingen die beïnvloed zijn door afwisselende perioden van kustuitbreiding en kusterosie. De zandige afzettingen hebben zich onder invloed van de wind kunnen vormen tot duinen. In de zandige bodem van jonge duinen infiltreert de neerslag naar de diepte en vindt er geen afvoer via oppervlaktewater plaats. Het enige zichtbare oppervlaktewater wordt gevormd door plassen in de duinvalleien, waarbij het oppervlaktewaterpeil gelijk is aan het grondwaterpeil. Bij oude duinen is er voornamelijk infiltratie van neerslag. In lagere delen met bollenteelt is een dicht slotenpatroon aanwezig voor de ontwatering en afwatering van percelen. Het grondwater bevindt zich hier relatief dicht bij het maaiveld (0,5 tot 0,8 meter beneden maaiveld).

Door de neerwaartse richting van infiltrerende neerslag is onder de duinen vaak een zoetwatervoorraad aanwezig die drijft op het van nature zoute grondwater nabij de kust. Afhankelijk van de grootte van deze zoetwatervoorraad bevinden zich drinkwaterwinningen in het duingebied. Het zoete water functioneert daarnaast als barrière tegen het binnendringende zoute grondwater. Dit beperkt een sterke verzilting van het grondwater in de achterliggende kustzone. De bodem in de kustzone is niet zettingsgevoelig.

4.1.2 HET DRINKWATERLEIDINGNETWERK ALS WATERVOORZIENING

De in Nederland aanwezige waterbedrijven kennen een verschillende omvang van het gebied dat zij bedienen en daarmee ook de hoeveelheid drinkwater dat zij produceren. In onderstaande Tabel 4.1 zijn de productiehoeveelheden per waterbedrijf benoemd. Ook is aangegeven hoe de waterbehoefte vanuit de voorbeeldwinning zich verhoudt tot deze productiehoeveelheden. Daarnaast is aangegeven welk deel van de productie hierbij afkomstig is uit het grondwater.

Waterbedrijf	Productie-hoeveelheid [miljoen m³/j]	Drinkwater gewonnen uit grondwater [%]	Waterbehoefte winning t.o.v. productiehoeveelheid (cross-linked) [%]	Waterbehoefte winning t.o.v. productiehoeveelheid (Slick) [%]
Waterbedrijf Groningen	44	85	0,22	0,58
Waterleidingmaatschappij Drenthe	32	100	0,30	0,80
Vitens	345	97	0,03	0,07
PWN (Waterleidingbedrijf Noord-Nederland)	88	22	0,11	0,29
Waternet	86	27	0,11	0,30
Dunea (Duinwaterbedrijf Zuid-Holland)	76	0	0,13	n.v.t.*
Oasen	41	9	0,23	n.v.t. *
Evides Drinkwater	176	9	0,05	0,15
Brabant Water	178	100	0,05	0,14
WML (Waterleidingmaatschappij Limburg)	71	67	n.v.t.	0,36
Totaal	**1136**		**0,01**	**0,02**

Tabel 4.1 Hoeveelheden geproduceerd water per waterbedrijf (Vewin, 2012) met de waterbehoefte vanuit de voorbeeldwinning ten opzichte van het totaal. * N.v.t. staat voor niet van toepassing, omdat op basis van de schalieformatie deze frack methodiek naar verwachting niet zal worden toegepast. De maximale waterbehoefte (incl. hergebruik)van de voorbeeldwinning bedraagt voor cross-linked 96.000 m³ en voor slick-based 260.000 m³ op jaarbasis.

Zoals zichtbaar is in Tabel 4.1 verschilt per waterbedrijf hoe de waterbehoefte zich verhoudt ten opzichte van de productie.

In Tabel 4.2 is het watergebruik van de verschillende frack methodieken, zoals beschreven in de voorbeeldwinning, gerelateerd aan het watergebruik van andere sectoren. Ten aanzien van de delfstoffenwinning en energievoorziening kent de frack methodiek met het hoogste verbruik een aandeel van circa 7 – 8%.

Gebruik van leidingwater 2012	Water [mln m³]	Percentage van totaal
Totaal watergebruikers	1070,4	100,00%
Particuliere huishoudens	783	73,15%
Alle economische activiteiten	287,4	26,85%
Landbouw, bosbouw en visserij	39,3	3,67%
Delfstoffenwinning	3,5	0,33%
Industrie	132	12,33%
Voedings-, genotmiddelenindustrie	62,8	5,87%
Chemische industrie	27,6	2,58%
Energievoorziening	3,3	0,31%
Waterbedrijven en afvalbeheer	4,5	0,42%
Schaliegas slick methodiek	0,10	0,01%
Schaliegas crosslinked methodiek	0,26	0,02%

Tabel 4.2 Watergebruik van de voorbeeldwinning frack methodieken in relatie tot andere watergebruikers zoals particuliere huishoudens en economische activiteiten (CBS, 2014)

4.1.3 GRONDWATER ALS BRON VOOR DE WATERBEHOEFTE

Voor het onderdeel onttrekken van grondwater is voor effectbeoordeling gebruik gemaakt van de indeling van de ondergrond in watervoerende pakketten en slecht doorlatende lagen is uitgegaan van het 'Nationaal Hydrologisch Instrumentarium' (kortweg NHI). Dit instrumentarium is ontwikkeld in een samenwerkingsverband tussen Deltares, Wageningen Universiteit, STOWA, Rijkswaterstaat en het Planbureau voor de Leefomgeving. Het NHI is het geïntegreerde landsdekkende grond- en oppervlaktewater model van Nederland. Ten behoeve van het model is de Nederlandse ondergrond onderverdeeld in 7 watervoerende pakketten en 6 slecht doorlatende lagen en een geohydrologische basis. In de afweging voor het onttrekken van grondwater is uitgegaan van deze indeling omdat:

1. Het model heel Nederland omvat;
2. Het model is ontwikkeld in breed verband waarbij de brede kennis van de ondergrond uit eerdere modellen is samengebracht;
3. Het model de eigenschappen van de watervoerende pakketten en slecht doorlatende lagen beschrijft.

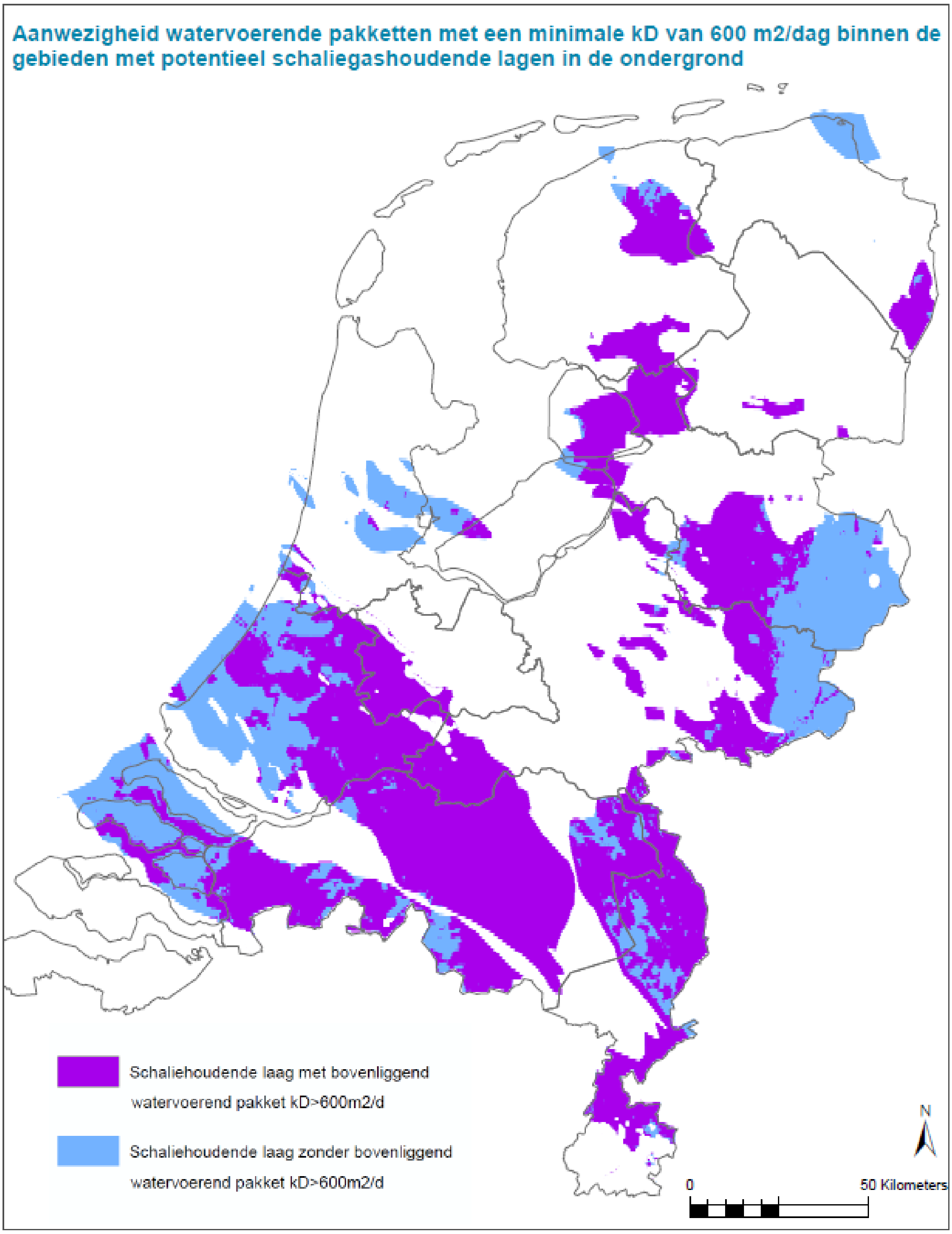
Watervoerende pakketten in de ondergrond

Door het NHI wordt onderscheid gemaakt in 7 watervoerende pakketten boven de geohydrologische basis (NHI, 2010). Elk pakket hoeft niet overal in Nederland aanwezig te zijn. De mate waarin het pakket geschikt is voor het winnen van water hangt hierbij af van de dikte (D in meter) van het pakket en de doorlatendheid (k in m/d) van het pakket. Deze twee aspecten worden samengebracht in het doorlatend vermogen (kD-waarde in m^2/d) een vermenigvuldiging van de doorlatendheid en de dikte. Om uit een watervoerend pakket voldoende water te kunnen onttrekken is een zeker doorlatend vermogen (kD) benodigd.

IF technology heeft in opdracht van onder andere Rijkswaterstaat, bodem energie nl, de Unie van Waterschappen en de Vereniging van Nederlandse gemeenten, de WKO-tool ontwikkeld. Deze tool beschrijft de geschiktheid van de ondergrond voor onttrekkingen ten behoeve van Koude en Warmte

Opslag installaties en de bijhorende onttrekkingen. De tool benoemt dat er sprake is van een zeer geschikt watervoerend pakket wanneer er sprake is van een doorlatend vermogen (kD) > 600 m^2/dag.

In voorliggende beoordeling is de door IF Technology benoemde waarde overgenomen. Gesteld wordt dat watervoerende pakketten met een kD > 600 m^2/dag de potentie hebben om middels een onttrekking in de gestelde waterbehoefte te voorzien. Figuur 4.1 geeft de aanwezigheid van watervoerende pakketten (volgens de NHI indeling) die voldoen aan deze voorwaarden aan, binnen de gebieden waar potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond aanwezig zijn.



Figuur 4.1 Aanwezigheid watervoerende pakketten met een minimale kD van 600 m²/dag binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond (Bron: Dinoloket).

Slecht doorlatende lagen in de ondergrond

De aanwezigheid van slecht doorlatende lagen in de ondergrond boven een aanwezig watervoerend pakket, maken het mogelijk om grondwater te winnen met verwaarloosbare effecten aan maaiveld. De slecht doorlatende laag vormt hierbij een afsluiting van het watervoerend pakket. Veranderingen in het ondergelegen watervoerend pakket kunnen hierbij niet naar maaiveld doorwerken.

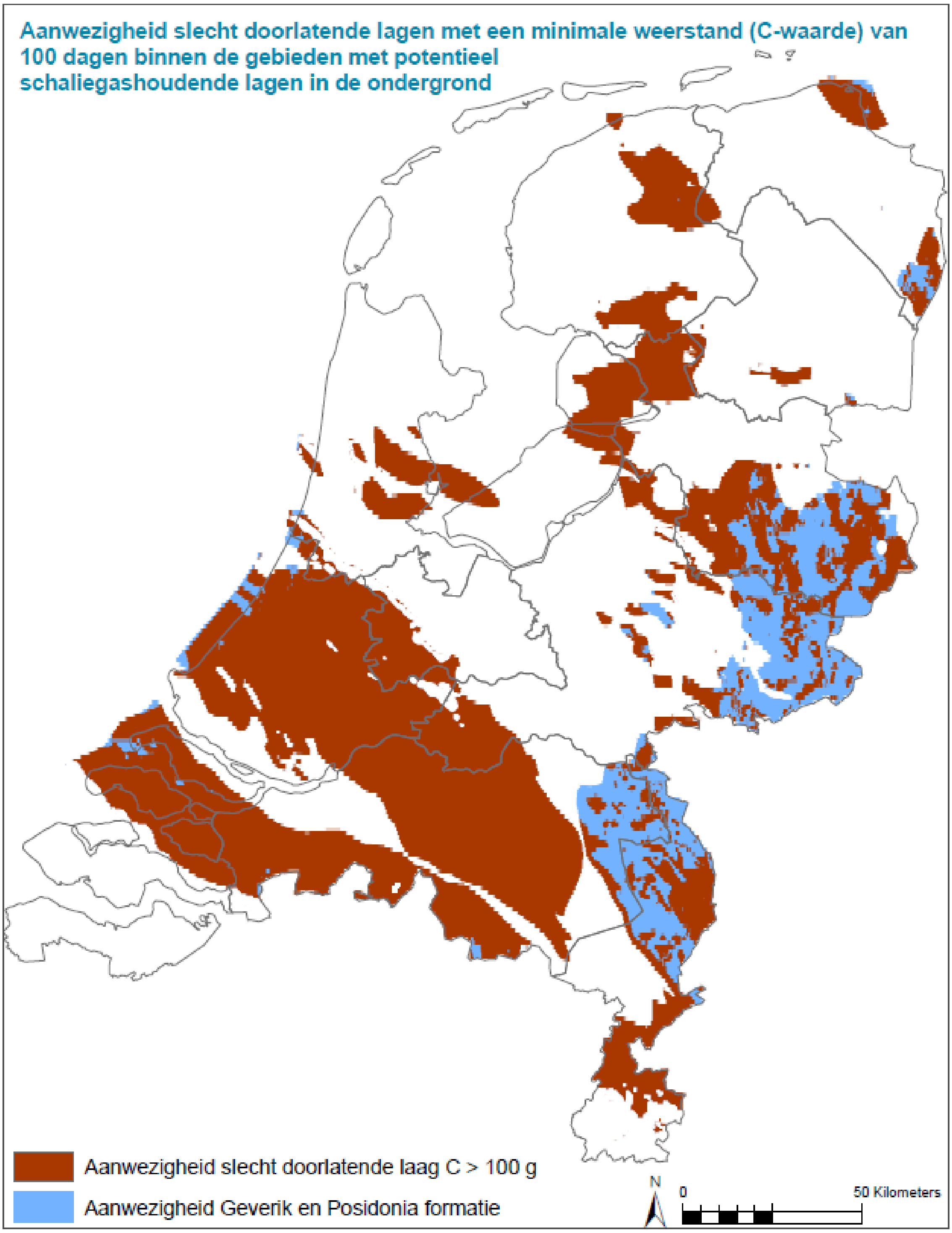
Door het NHI worden 6 slecht doorlatende lagen herkend boven de geohydrologische basis (NHI, 2010). In de slecht doorlatende lagen is geen onttrekking van water mogelijk. Wel vormen de slecht doorlatende lagen, wanneer ze aanwezig zijn, de afsluiting tussen de watervoerende pakketten. De mate waarin een slecht doorlatende laag een barrière vormt voor het grondwater wordt uitgedrukt als de weerstand van de slecht doorlatende laag. De weerstand wordt uitgedrukt in een C-waarde met de eenheid dagen. De C-waarde is het resultaat van de verticale doorlatendheid kv (m/dag) en de dikte (m) van de scheidende laag (kortweg sdl). De C-waarde wordt als volgt uitgedrukt:

$$C_{waarde} = \frac{D\ (dikte\ sdl)}{k_{verticaal}}$$

In voorliggende beoordeling is verondersteld dat een minimale weerstand (C) van 100 dagen voor een slecht doorlatende laag aanwezig moet zijn om te kunnen stellen dat effecten in een onderliggend watervoerend pakket niet doorwerken in het daarboven gelegen watervoerend pakket. Dit betekent dat water 100 dagen nodig heeft om de slecht doorlatende laag te passeren. Is de laag 1 meter dik, is de verticale doorlatendheid dan 0.01 m/dag. Is de laag bijvoorbeeld 10 meter dik, dan is de verticale doorlatendheid 0.1 m/dag. De grootste waterbehoefte valt samen met het fracken waarbij circa 190.000 m^3 in een periode van 21 dagen nodig is. Gedurende een periode van 21 dagen (elk jaar) is dus sprake van een significante onttrekking van grondwater. Met de keuze van een weerstand van 100 dagen, en de duur van de onttrekking (21 dagen), kan dus gesteld worden dat er ruim voldoende weerstand is in de slecht doorlatende laag. Immers water van het bovenliggende watervoerend pakket heeft 100 dagen nodig om de onderzijde van de slecht doorlatende laag te bereiken, geruime tijd na het stoppen van de onttrekking. Dus indien het watervoerend pakket wordt afgesloten aan de bovenzijde door een slecht doorlatende laag met een weerstand groter dan 100 dagen, is aannemelijk dat een onttrekking in het betreffende watervoerende pakket niet resulteert in effecten boven deze slecht doorlatende laag[9].

Figuur 4.2 geeft de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen (volgens de NHI indeling) die voldoen aan de voorwaarde van een minimale weerstand van 100 dagen, binnen de gebieden waar potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond aanwezig zijn, aan.

[9] Deze gehanteerde methode geeft een eerste indicatie om potentieel kansrijke watervoerende pakketten te kunnen duiden. In werkelijkheid is ook de aanwezigheid van de slecht doorlatende laag in het horizontale vlak van belang. In de wijdere omgeving van een potentiele onttrekking mogen geen ‘gaten’ in de slecht doorlatende laag aanwezig zijn, waardoor uitwisseling met bovengelegen watervoerende pakketten mogelijk is. Dit aspect is niet meegewogen en de gehanteerde werkwijze leidt dus tot een eerste verkenning, maar biedt geen uitsluitsel.

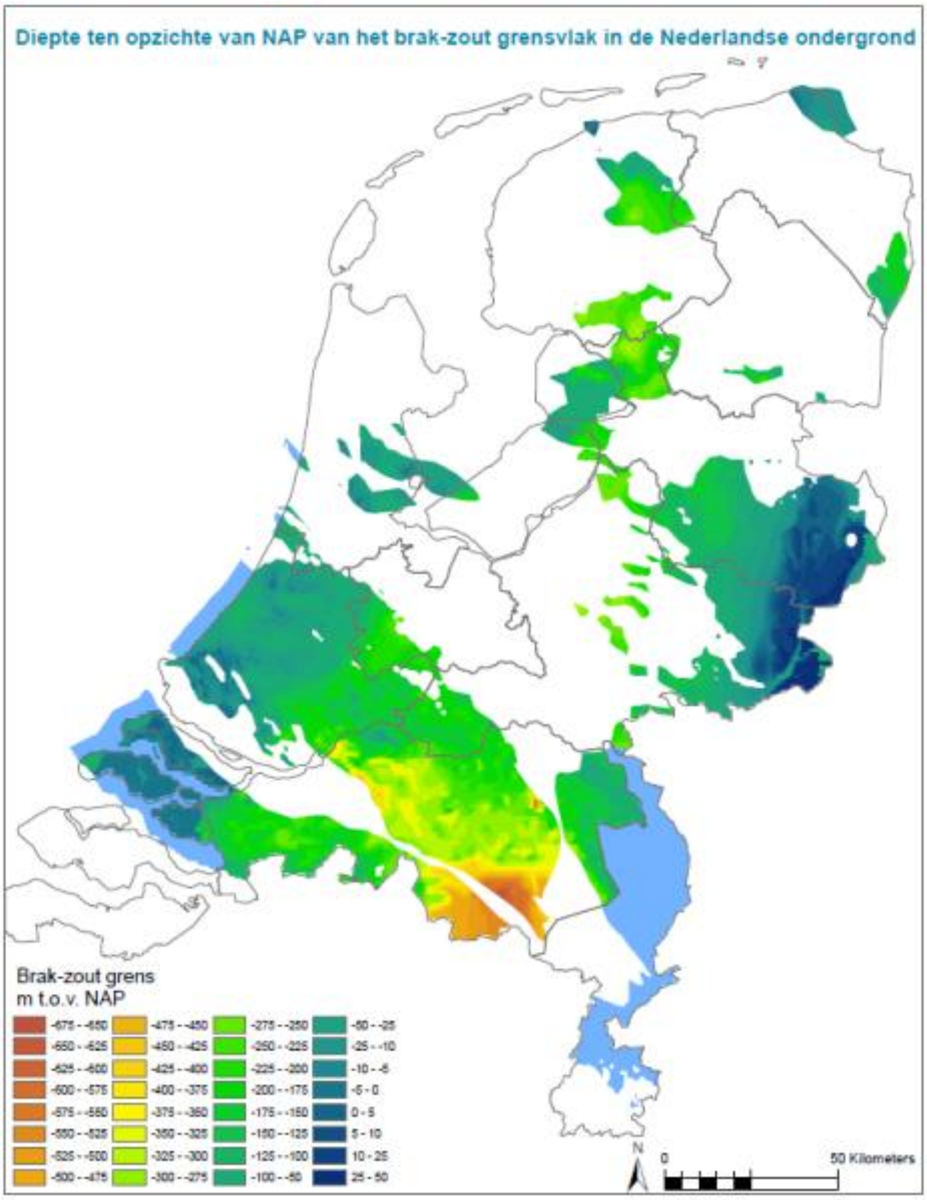


Figuur 4.2 Aanwezigheid slecht doorlatende lagen met een minimale weerstand (C-waarde) van 100 dagen binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond (Bron: Dinoloket).

Grensvlak tussen brak en zout water

Niet al het aanwezige water in de ondergrond betreft zoet water. Dieper in de ondergrond is het aanwezige grondwater zout. Voor Nederland is de overgang van zoet naar zout water in beeld gebracht door het TNO en beschikbaar via het Dinoloket.

In voorliggende uitwerking is aangenomen dat zout water in mindere mate bruikbaar is als proceswater voor de voorbeeldwinning, omdat de zuivering van zout water hoge kosten met zich meebrengt[10]. Echter kan niet worden uitgesloten dat er wordt gekozen om brakwater wel in te zetten als proceswater. Om die reden is gekozen het grensvlak tussen brak en zout water (grens met een chlorideconcentratie van 1000 mg/l) die beschikbaar is vanuit het dinoloket als ondergrens te hanteren voor het onttrekken van grondwater. Onttrekken van grondwater uit potentieel geschikte watervoerende pakketten die onder dit grensvlak liggen is dus uitgesloten. Figuur 4.3 geeft de diepte (t.o.v. NAP) van het brak-zout grensvlak in de Nederlandse ondergrond weer.



Figuur 4.3 Diepte ten opzichte van NAP van het brak-zout grensvlak binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond. Als grens geldt een chlorideconcentratie van 1000 mg/l (Bron: Dinoloket).

---

[10] Als gevolg van het onttrekken van grondwater mag er geen menging ontstaan van zoet en zout water. Dit is een voorwaarde die als onderdeel van vergunningstrajecten naar voren zal komen bij de daadwerkelijke planning van een concrete onttrekkingslocatie. Dit kan dan ook een beperking betekenen van de mogelijkheden voor het gebruik van grondwater.

Interferentie met ander gebruik van grondwater

Bij de watervoorziening vanuit grondwater speelt ook de interferentie met ander gebruik van grondwater. In diverse studies (Broers, et al., 2014) (Broers, et al., 2014) (Vermooten & Lijzen, 2014) zijn, bijvoorbeeld in het kader van een toekomstige begrenzing van Nationale Grondwater Reserves, mogelijke interferenties beschreven. In onderstaand kader wordt een korte beschrijving van de conclusies uit deze rapportages samengevat. In hoofdstuk 2 wordt specifiek stilgestaan bij de interferentie met andere (niet direct aan grondwater gerelateerde) ondergrondse functies.

Interferentie ecosysteemdiensten grondwater

In Vermooten en Lijzen (2014) en Broers et al. (2014) wordt stilgestaan bij de activiteit schaliegaswinning op de ecosysteemdiensten die het grondwater en de ondergrond kan leveren.
Vermooten en Lijzen (2014) maken hierbij een indeling in 11 ecosysteemdiensten (hierna ESD), zoals ‘energie’, ‘draagkracht’, ‘beschikbaarheid van voldoende water van een bepaalde kwaliteit’, etc. Daarnaast worden activiteiten beschreven die gebruik maken van de ESD’s. Onderstaand wordt kort de conclusies uit de genoemde rapporten samengevat die de invloed van schaliegaswinning op het grondwater en de ondergrond beschrijven.

Broers et al. (2014) beschrijft welke activiteit gebruik maakt van welke ESD. Schaliegaswinning wordt hierbij als activiteit benoemd die gebruik maakt van de ESD ‘beschikbaarheid van voldoende water van een bepaalde kwaliteit’.

Ook geeft Broers et al. (2014) aan wat de invloed van de activiteit op de ESD’s betreft. In relatie tot de ESD ‘beschikbaarheid van voldoende water van een bepaalde kwaliteit’ wordt schaliegaswinning als negatief beoordeeld.
In Vermooten en Lijzen (2014) wordt deze beoordeling verder onderbouwd. Het risico op lekkage of morsen van frackvloeistof of retour- of productiewater vanuit de put of vanaf maaiveld wordt hierbij als mogelijk negatief effect benoemd. Evenals migratie van vloeistoffen of methaangas via andere putten of diffuus door geologische formaties.

In Vermooten en Lijzen (2014) en Broers et al. (2014) wordt voor meerdere ESD’s een negatieve beïnvloeding door de activiteit schaliegaswinning benoemd. Onderstaand worden deze kort samengevat:
ESD ‘energie’: Er wordt een negatieve effect benoemd die niet nader is toegelicht.
ESD ‘reinigend vermogen van de ondergrond’: Er wordt een negatieve effect benoemd. Dit wordt onderbouwd door de stelling dat schaliegaswinning bijdraagt aan een toevoer van verontreinigde stoffen aan de ondergrond en daarmee een aanspraak doet op de reactiecapaciteit van de ondergrond.
ESD ‘draagkracht’: Het effect van schaliegaswinning wordt als onbekend aangeduid.
ESD ‘Bergingscapaciteit’: Er wordt benoemd dat schaliegaswinning een negatief effect met zich meebrengt op de ESD door de bergingscapaciteit die een schaliegaswinning inneemt. Opvallend is dat de activiteit schaliegaswinning niet wordt aangeduid als een activiteit die gebruik maakt van de ESD ‘bergingscapaciteit’.
EDS ‘Voorziening in watervoerendheid en waterkwaliteit oppervlaktewater’: Hier wordt schaliegaswinning benoemd als een negatief effect in relatie tot het negatief effect van grondwateronttrekkingen gerelateerd aan schaliegaswinning.

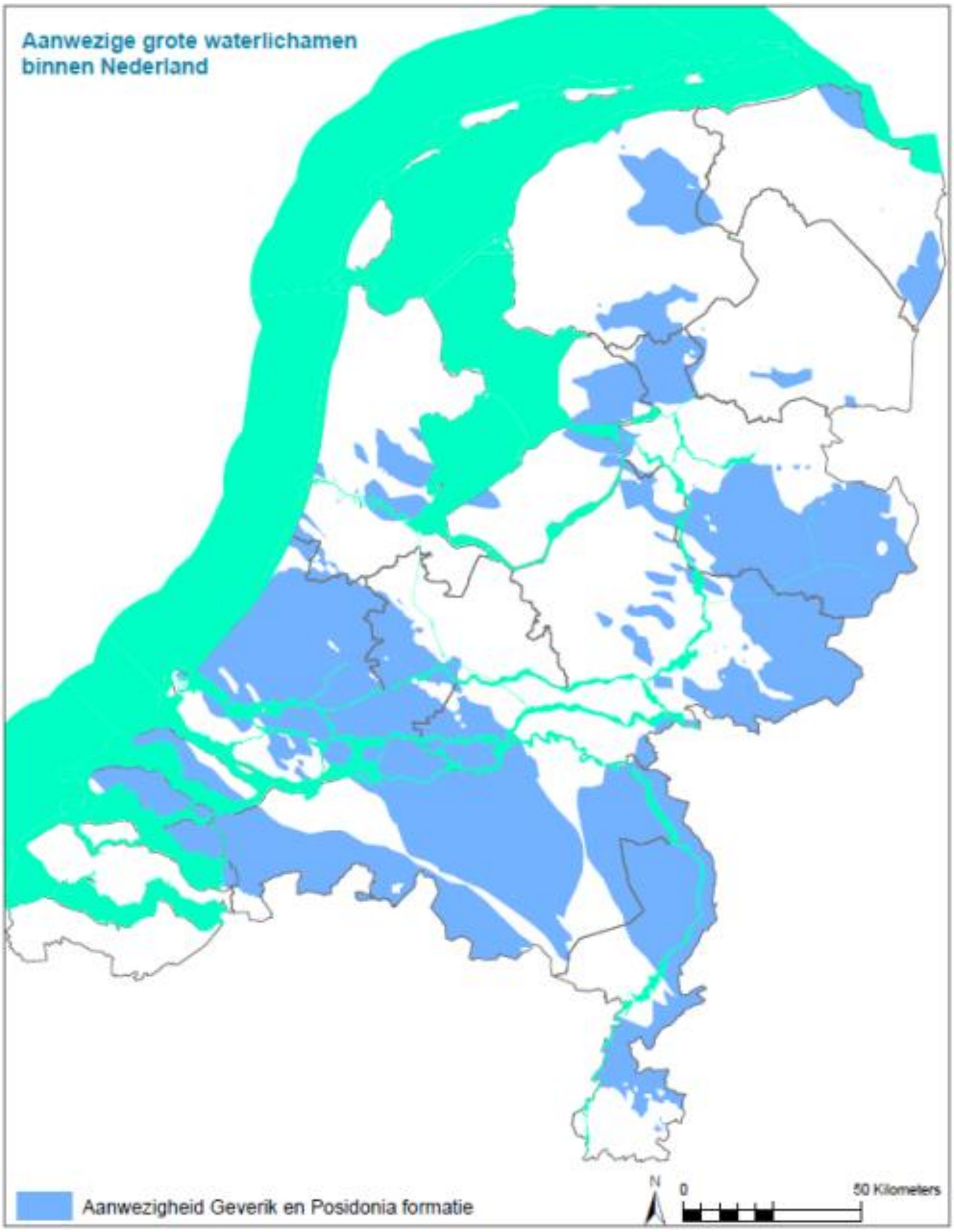
Samenvattend concluderen Vermooten en Lijzen en Broers et al. (2014) een negatieve invloed van schaliegaswinning op de eerder genoemde ESD’s. Daarnaast gaat Broers et al. (2014) in op de beïnvloeding van activiteiten onderling. Voor schaliegaswinning wordt een waarschijnlijke negatieve beïnvloeding benoemd van de activiteiten ‘Onttrekkingen drinkwater’, ‘Opslag van radioactief materiaal’ en ‘Reservering strategische grondwatervoorraden’.

4.1.4 OPPERVLAKTEWATER ALS BRON VOOR DE WATERBEHOEFTE

Binnen Nederland geldt dat de grote open wateren en de rivieren een dergelijke omvang of basisafvoer kennen dat het onttrekken van water ten behoeve van de winning naar verwachting technisch mogelijk is.

Om gebruik te maken van oppervlaktewater om in de waterbehoefte te voorzien, is het noodzakelijk binnen afzienbare afstand van de weergegeven grote wateren te zijn. In Figuur 4.4 zijn de grotere wateren en watergangen weergegeven (Rijkswaterstaat, 2014).

Wel moet de kanttekening worden geplaatst dat als gevolg van klimaatverandering in de toekomst sprake kan zijn van een tekort aan oppervlaktewater gedurende droge perioden. Daarmee zal de waterbehoefte vanuit een schaliegaswinning concurreren met de waterbehoefte voor drinkwater (Wuijts, et al., 2011). Daarnaast kan een toenemend tekort als gevolg van de watervraag uit schaliegaswinning dan gevolgen hebben voor ecologische waarden die afhankelijk zijn van de watervoerendheid, of kan dit leiden tot aanvullende beperkingen in bevaarbaarheid en de beschikbaarheid als koelwater voor industrie.



Figuur 4.4 De kaart met grote waterlichamen binnen Nederland waarvoor naar verwachting geldt dat het technisch mogelijk is de gevraagde hoeveelheid water te onttrekken (Bron: Rijkswaterstaat).

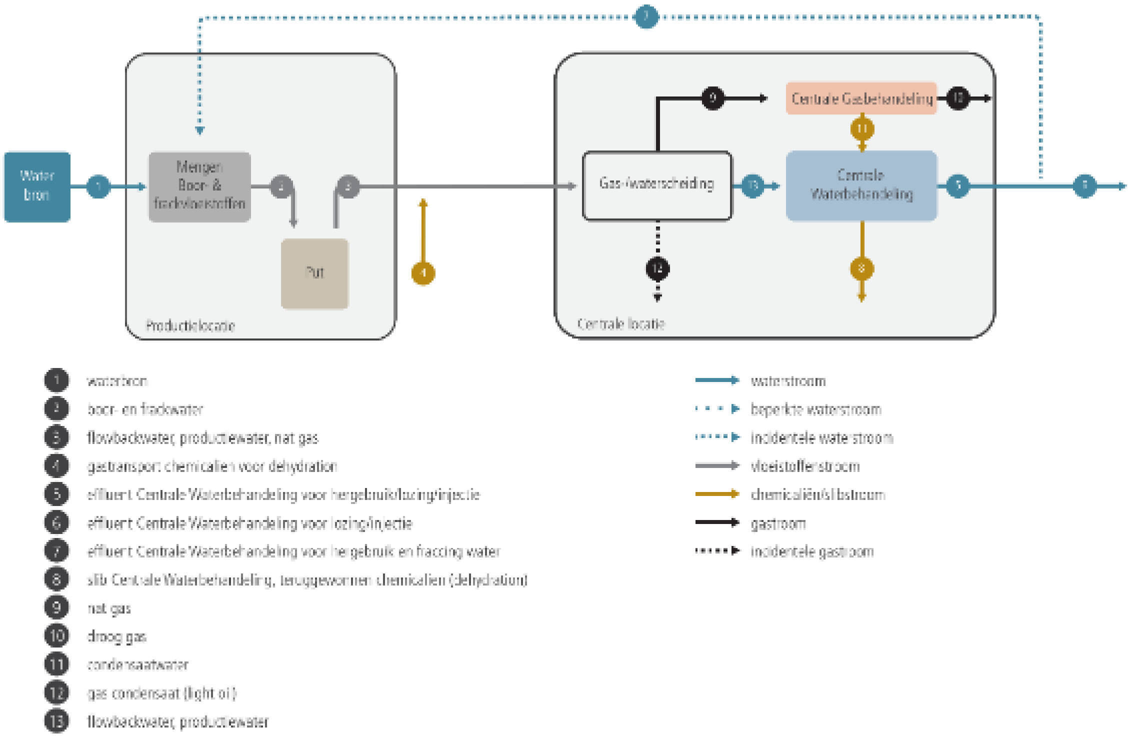
Bij de beoordeling is een afstand van 2.000 meter gehanteerd (naar verwachting is dit een afstand waarbij het gebruik van deze bron nog kan “concurreren” met de aansluiting aan het drinkwaternet een nadere economische afweging zal per locatie uitgevoerd kunnen worden). Dit betekent dat wanneer de winning plaatsvindt binnen 2.000 meter van een van deze grote wateren, het waarschijnlijk is dat het voorzien vanuit deze wateren technisch is te realiseren[11]. De werkelijke mogelijkheid hangt sterk samen met de aanwezige infrastructuur en bebouwing in de omgeving en daaruit de kosten die een tijdelijke leiding voor de watervoorziening met bijhorende pompinstallatie met zich meebrengt.

4.2 WATERBEHOEFTE EN -OVERSCHOT (VOORBEELDWINNING)

Voornamelijk tijdens de boorfase en de frackfase geldt voor de voorbeeldwinning een aanzienlijke waterbehoefte (paragraaf 4.2.1). Daarnaast ontstaat gedurende de gehele periode een overschot van water (terugstroming vanuit de locatie), dat zal worden ingezameld en na zuivering worden geloosd (paragraaf 4.2.2).

Waterstromen en chemicaliën tijdens schaliegaswinning

Tijdens de vier fasen van de schaliegaswinning doen zich de volgende fase stromen voor, en worden de volgende stoffen gebruikt (zie ook Figuur 4.5):



Figuur 4.5 Vloeistofstromen schaliegaswinning

[11] Het betreft watergangen waar naar verwachting onttrekking technisch haalbaar is. Hierbij is niet stil gestaan bij de juridische mogelijkheden voor het onttrekken uit de waterlichamen. In de voorbeeldwinning wordt er in de basis uitgegaan dat in de waterbehoefte wordt voorzien door het gebruik van leidingwater. Om deze reden zijn de juridische mogelijkheden niet verder uitgewerkt. Voor een dergelijke onttrekking zal sprake zijn van vergunningstrajecten waarbij de beheerder van de betreffende wateren (Rijkswaterstaat) als bevoegd gezag geldt.

a. Boorfase: In het verlengde van de Halliburton base case (2011) is aangenomen dat tijdens het boren hulpstoffen voor boren, fracken en gasdehydration op de productielocatie worden opgeslagen en verwerkt. De milieueffecten van de opslag van deze stoffen zijn beschreven in Hoofdstuk 5 en 9.

b. Frackfase: De frack chemicaliën worden opgeslagen op de productielocatie. Tijdens het fracken komt de frack vloeistof weer vrij (flowback water). Dit water wordt opgevangen, afgevoerd naar de waterzuiveringsinstallatie op de gasbehandelingslocatie, gezuiverd en weer hergebruikt voor een volgende activiteit of geloosd.

c. Winningsfase: Afhankelijk van de situatie wordt op de productielocatie de druk gereduceerd, het gas gekoeld en behandeld met dehydration chemicaliën, waardoor het geschikt is om te worden getransporteerd naar de centraal gelegen gasbehandelingsinstallatie. Bij het reduceren van druk komt productiewater vrij dat op locatie wordt opgeslagen in bovengrondse opslagtanks. Dit water wordt op de centrale locatie gezuiverd voor hergebruik of lozing of periodiek afgevoerd (per as) – voor verwerking elders. Het gas wordt getransporteerd via ondergrondse gasleidingen en op de centrale behandelingsinstallatie verder verwerkt zodat het geschikt wordt voor levering aan consumenten.
Dit houdt onder andere in dat het gas gedroogd wordt. Op de gasbehandelingslocatie wordt het water gezuiverd. Voor de gas- en waterbehandeling zijn chemicaliën nodig. Voor het drogen van gas wordt glycol gebruikt. Het gezuiverde water wordt zo veel mogelijk gerecycled en teruggevoerd naar de productielocaties.

d. Verlaten: beëindiging van de productie van het gas; de gaswinlocatie wordt opgeruimd en in de oorspronkelijke staat hersteld en teruggegeven aan de grondeigenaar.

4.2.1 WATERVOORZIENING

De voorbeeldwinning (zie paragraaf 3.2 in deel A) gaat uit van een aansluiting op het waterleidingnetwerk (drinkwater) van Nederland om in de waterbehoefte te voorzien. Het is echter niet uit te sluiten dat door een initiatiefnemer gekozen wordt om in de waterbehoefte te voorzien middels andere bronnen, zoals bijvoorbeeld het realiseren van een onttrekking. Meest waarschijnlijke mogelijkheden zijn hierbij een onttrekking van grondwater (slaan van een put op of nabij de locatie) of een onttrekking vanuit oppervlaktewater[12]. In deze paragraaf wordt dieper ingegaan op de technische haalbaarheid en gevolgen van de watervoorziening vanuit het waterleidingnetwerk, het onttrekken van water uit grondwater, of het onttrekken van water uit oppervlaktewater.

Waterbehoefte
In onderstaande tabel is de waterbehoefte van de voorbeeldwinning samengevat. De ingeschatte waterbehoefte is benoemd voor het totaal van de voorbeeldwinning, maar ook gemiddeld per jaar en de piek van de benodigde aanvoer. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen de twee voornaamste frack methodieken slick-based en crosslinked. Beide methoden vragen om een verschillende hoeveelheid water. In Figuur 4.6 is de waterbalans voor de slick frack methodiek weergegeven.

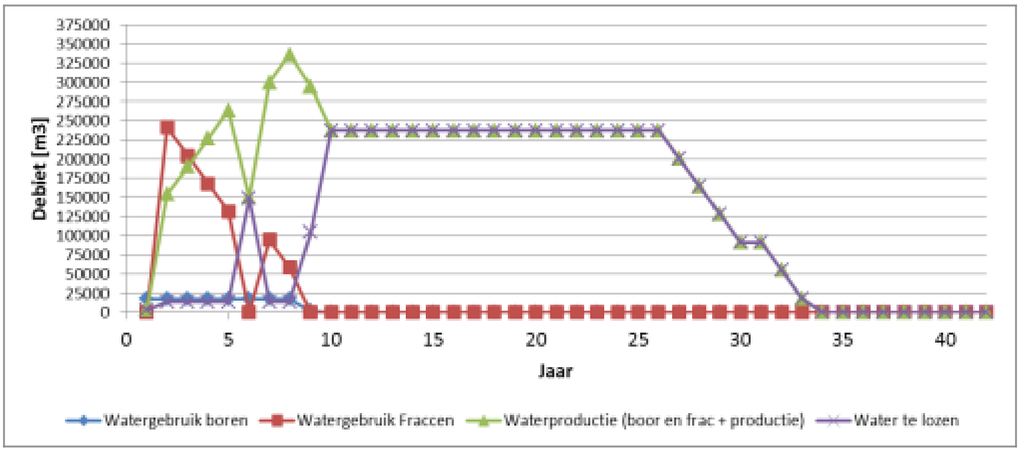
[12] Er wordt strikt stilgestaan bij in welke gebieden binnen Nederland het technisch realiseerbaar lijkt om in de waterbehoefte te voorzien door middel van levering uit het drinkwaternetwerk, een onttrekking vanuit grond- of oppervlaktewater en wat hierbij mogelijke effecten zijn. Er is niet stilgestaan bij de juridische en bestuurlijke mogelijkheden (denk aan vergunningen et cetera). Deze mogelijkheden zijn zeer divers door het grote aantal verschillende bevoegde gezagen en andere betrokken partijen die hierbij een rol (zouden kunnen) spelen.

Proces	Frack methodiek	Totaal voor de voorbeeldwinning [m³]	Gemiddeld per jaar [m³/j]	Piek van benodigde aanvoer [m³/u]
Boren	Slick based	134.000	15.000	2
Fracken		900.000	130.000	375
Boren	Crosslinked based	134.000	15.000	2
Fracken		22.000	0*	79

Tabel 4.3 Waterbehoefte voorbeeldwinning waarbij rekening is gehouden met hergebruik van flowback en productiewater *(Voor de effectbeoordeling is uitgegaan van Slick based frack methodiek aangezien hiervoor het meeste water noodzakelijk is*). * Initieel in het eerste jaar is er een waterbehoefte voor het fracken van circa 22.000 m³, in de aansluitende jaren is er voldoende gezuiverd afvalwater dat hergebruikt kan worden voor het fracken (bij een aangenomen productiewater hoeveelheid van 5m³ per put en dag (genoemde getallen op basis van de voorbeeldwinning).

Belangrijke uitgangspunten met betrekking tot de waterbehoefte zijn:

1. De benoemde watervraag geldt voor de voorbeeldwinning als geheel (10 boringen per productielocatie, in totaal 13 productielocaties);
2. De mogelijkheden van hergebruik van flowback en productiewater water zijn in de genoemde getallen verwerkt;
3. Het fracken per productielocatie (10 boringen) vindt plaats binnen 21 dagen. Het fracken vindt op twee locaties per jaar plaats, dus in totaal 6 weken per jaar. Voor het fracken van elke boring is 19.000 m³ water nodig, en dus een totaal van 190.000 m³ in drie weken. Echter geldt dat een deel van het water kan worden hergebruikt en dit teruggebracht kan worden naar gemiddeld 130.000 m³. Tijdens het gehele proces van fracken is als piekcapaciteit een hoeveelheid aanvoer van 375 m³ per uur noodzakelijk.



Figuur 4.6 Waterbalans schaliegaswinning met slick frack methodiekAlternatieven voor de voorziening van de waterbehoefte

Om te voorzien in de waterbehoefte zijn meerdere potentiele bronnen aan te wijzen. Onderstaande Tabel 4.4 benoemt deze potentiele bronnen. Wel geldt dat niet alle bronnen ook overal in Nederland in de gewenste mate aanwezig zijn of kunnen voorzien in de watervraag.

Bron	Geschiktheid	Beschikbaarheid
Grondwater	Geschikt	Zeer beperkt (geen nieuwe winningen)
Oppervlaktewater	Geschikt na zuivering	Beperkt (droge zomers)
Drinkwater	Zeer geschikt	Beschikbaar
Gezuiverd rioolwater	Geschikt na forse zuivering	Beschikbaar
Gezuiverd industrieel afvalwater	Geschikt na forse zuivering	Beperkt (alleen nabij industriële lozers)
Brak grondwater	Geschikt, beperking frack-techniek (slick-water-frack)	Beperkt (alleen kustgebieden)
Zeewater	Geschikt na forse zuivering, beperking frack-techniek (slick-water frack)	Beperkt (alleen kustgebieden)

Tabel 4.4 Potentiele bronnen voor de voorziening in de waterbehoefte

Zoals eerder benoemd, wordt in de voorbeeldwinning uitgegaan van waterlevering vanuit het drinkwaterleidingnetwerk. Het onttrekken van water uit grondwater of oppervlaktewater zijn hierbij realistische alternatieven. Al kan als gevolg van klimaatverandering de watervoorziening vanuit oppervlaktewater beperkt zijn (Wuijts, et al., 2013).

4.2.2 WATEROVERSCHOT (LOZING OP HET OPPERVLAKTEWATER)

In de voorbeeldwinning wordt aangenomen dat al het terugstromende water uit de activiteiten wordt gezuiverd, hergebruikt en vervolgens geloosd. In de eerste dertig dagen na fracken komt er flowback water terugstromen uit de put. Uit ervaringen in de VS en Duitsland is de hoeveelheid flowback circa 15 - 35% van het geïnjecteerde frack water. In de voorbeeldwinning is verondersteld dat circa 30% terugstroomt. Indien door de operator de frackfase wordt beschouwd als afgerond, zal de productie fase starten. Het terugstromende water zal in hoeveelheid afnemen en wordt dan productiewater genoemd. De hoeveelheid terugstromend productiewater is afhankelijk van hoe droog of nat de schalielaag is. Dit impliceert dat de hoeveelheid productiewater locatiespecifiek is. EBN gaat er van uit dat de Nederlandse schalielaag droog gas bevat en derhalve nauwelijks productiewater zal genereren. Op basis van de ervaringen in de VS kan de hoeveelheid productiewater variëren tussen de 0,6 en 5 m^3 per put en dag. In de voorbeeldwinning is vooralsnog uitgegaan van een worstcase benadering, te weten de 5 m^3 per put en per dag.

Het flowback en productiewater dat op de productielocatie terugstroomt, zal per leiding worden getransporteerd naar de waterzuiveringsinstallatie op de locatie van de centrale gasbehandelingsinstallatie. Het gezuiverde water zal kunnen worden hergebruikt voor het fracken van de volgende put. Indien er meer water terugstroomt dan er kan worden hergebruikt, dient het gezuiverde water te worden geloosd. Zuivering van het water vindt plaats in die mate dat lozing op oppervlaktewater volgens de geldende wet- en regelgeving is toegestaan en dat er geen stoffen in aanwezig zijn die resulteren in negatieve effecten. Hierbij dienen de terugstromende frack chemicaliën, mineralen en zouten uit de formatie, organische koolwaterstoffen en eventuele het van nature aanwezige NORM (Naturally Occurring Radioactive Matter) te worden verwijderd en afgevoerd als slib. Het verwijderde slib dient vervolgens verwerkt te worden door een eindverwerker. Afhankelijk van de samenstelling dient het slib als chemisch en/of radioactief afval verwerkt te worden. Het zoutgehalte van het geproduceerde water is eveneens afhankelijk van de schalielaag en kan variëren tussen de 5.000 – 200.000 mg/l aan opgeloste zouten. In vergelijking kent de Noordzee een zoutgehalte van circa 34.000 mg/l en “zoet” oppervlaktewater een zoutgehalte van circa 150 mg/l. Indien er een hoog zoutgehalte in het

productiewater aanwezig is, zal dit gezuiverd moeten worden tot het niveau van hergebruik waterkwaliteit en oppervlaktewaterkwaliteit. Indien er een hoog zoutgehalte in het terugstromende water aanwezig is, zal dit de inzet van geavanceerde zuiveringstechnieken vragen. De inzet van deze technieken zal leiden tot aanzienlijke investeringen.

Daarnaast kan mogelijk de temperatuur van het terugstromende water hoger zijn dan de lozingsnormen en zal dit gekoeld moeten worden alvorens tot lozing kan worden overgegaan. In voorliggend hoofdstuk is niet stilgestaan bij alternatieven voor de afvoer van het water zoals injectie in de diepere ondergrond. Zie ook onderstaand kader.

Afvalwaterinjectie

In de voorbeeldwinning wordt niet uitgegaan van het diep injecteren van afvalwater dat bij de winning van schaliegas vrijkomt. In Nederland is het wettelijk niet toegestaan afvalwater door diepe injectie te lozen, anders dan in lege olie- en gasreservoirs, gasvelden of zoutcavernes. Waterinjectie wordt aan het Landelijk afvalbeheerplan (LAP) getoetst, waarin staat beschreven onder welke voorwaarden waterinjectie mag worden toegepast.

Alle injecties van verontreinigd afvalwater betreffen een actieve verontreiniging van de ondergrond en zijn daarom negatief.

In onderstaande tabel is de hoeveelheid water die vanuit de waterzuivering wordt verwacht en wordt geloosd op het oppervlaktewater benoemd (zie ook voorbeeldwinning in paragraaf 3.2 van deel A).

	Totaal voor de voorbeeldwinning [m³]	Gemiddeld per jaar [m³/j]	Piek van lozing [m³/u]
Lozing vanuit zuivering (gedurende de volledige looptijd van de voorbeeldwinning) bij slick based fracken	5.100.000	10.000	107
Lozing vanuit zuivering (gedurende de volledige looptijd van de voorbeeldwinning) bij crosslinked fracken	5.600.000	170.000	44

Tabel 4.5 Hoeveelheid te lozen (gezuiverd) water voor de voorbeeldwinning

Omgerekend betekent dit, afhankelijk van de methode van fracken 12 - 30 l/s op piekmomenten en gemiddeld in het jaar 5 - 6 l/s.

De gestelde hoeveelheden (zelfs op piekmomenten) zijn dusdanig klein, dat in heel Nederland binnen een redelijke afstand van de zuiveringsinstallatie een afwaterende watergang is te verwachten, die technisch in staat is de afvoer te verwerken. Daarnaast wordt een dergelijke zuiveringsinstallatie vrijwel altijd geplaatst in de nabijheid van een locatie waar lozing mogelijk is. De aanwezigheid van een dergelijk waterlichaam is daarom niet in de beoordeling uitgewerkt. Wel wordt ingegaan op eventuele verschillen in het effect van de lozing per landschapstype. Al zullen, gezien de hoeveelheden, de effecten zeer beperkt zijn[13].

[13] N.B. Zoals eerder gesteld wordt er hierbij vanuit gegaan dat het water dermate is gezuiverd dat lozing vanuit kwaliteitsoogpunt is toegestaan.

N.B. Het gaat hier alleen over de technische mogelijkheid om te lozen. Er wordt niet ingegaan op de juridische aspecten rond het lozen van water. Daarbij spelen bijvoorbeeld afhankelijk van de exacte hoeveelheid te lozen water en het betreffende bevoegd gezag, de noodzaak voor een vergunning of melding voor de lozing. Ook kan het bevoegd gezag aanvullende eisen benoemen met betrekking tot de lozing. Denk hierbij aan regelmatige kwaliteitsmetingen etc.

4.3 TOETSINGSKADER

Hieronder wordt op hoofdlijnen een schets gegeven van de meest belangrijke wet- en regelgeving op het gebied van water.

4.3.1 BELEIDSKADER

Waterwet (2009)
De waterwet regelt het beheer van het oppervlaktewater en grondwater, met bijbehorende bergingsgebieden, waterkeringen en ondersteunende kunstwerken, en legt een sterke koppeling tussen het waterbeleid en de ruimtelijke ordening. De Waterwet is gericht op voorkoming en waar nodig beperking van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met bescherming en verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.

Wet milieubeheer (Wm)
De Wet milieubeheer regelt onder andere milieubeschermingsgebieden, milieuplannen- en programma's, milieukwaliteitseisen, stoffen en producten en afvalstoffen. Op grond van de Wet milieubeheer worden regels voor de kwaliteit van oppervlaktewateren en grondwater gesteld of milieubeschermingsgebieden aangewezen ter bescherming van de kwaliteit van grondwater met het oog op de waterwinning. Lozingen in rioolstelsels vallen ook onder de Wm, alsmede de gemeentelijke zorgplicht voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater en de daaraan gekoppelde verplichting tot het opstellen van een gemeentelijk rioleringsplan (GRP).

Regelgeving lozingen
Op lozingen is verschillende wet- en regelgeving van toepassing, afhankelijk van de lozingsroute (riolering, bodem en oppervlaktewater). De meest relevante wetten zijn de Wet milieubeheer (Wm), de Waterwet, de Wet bodembescherming (Wbb) en de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo).

Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)
De Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) regelt de omgevingsvergunning. Met de omgevingsvergunning kan toestemming worden verkregen voor bouwen, monumenten, ruimte, milieu, en, in sommige gevallen, natuur. De Wabo bevat de procedures en de toetsingskaders voor de verlening van de omgevingsvergunning. De toestemming voor indirecte lozingen maakt onderdeel uit van de omgevingsvergunning, waarbij toestemming wordt verleend voor milieu. De waterbeheerder heeft in dat geval een adviesrecht

Regelgeving grondwaterbeheer
Bij de regelgeving rondom grondwaterbeheer gaat het om gewasbeschermingsmiddelen en biociden. De Natuurbeschermingswet 1998 en de Wet ruimtelijke ordening zijn daarbij van belang. Dit heeft tot gevolg dat op het gebied van grondwater alle overheidsinstanties actief zijn. Zowel rijk, waterschappen, provincies als gemeenten bedienen "knoppen" ter uitvoering van de aan hen opgedragen grondwatertaken (Infomil, 2014).

Europese kaderrichtlijn water (KRW)
De KRW heeft als doel de bescherming van wateren, het bevorderen van duurzaam gebruik van water en het verminderen dan wel geleidelijk beëindigen van verontreiniging van oppervlaktewateren en grondwater. Op grond van de KRW moeten alle oppervlaktelichamen en grondwaterlichamen in het jaar

2015 een 'goede toestand' hebben bereikt, tenzij een legitiem beroep kan worden gedaan op één van de uitzonderingen van de KRW (zoals fasering of doelverlaging). Elke lidstaat moet om de zes jaar een stroomgebiedbeheerplan opstellen en een maatregelenprogramma waarmee de doelen van de KRW moeten worden bereikt. In Nederland is het maatregelenprogramma van de KRW opgenomen in verschillende waterplannen op grond van de Waterwet, zoals het Nationaal Waterplan.

Besluit kwaliteitseisen monitoring water (Bkmw)
In het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009 (gebaseerd op hoofdstuk 5 van de Wet milieubeheer) zijn de milieudoelstellingen van de goede toestand van oppervlaktewater- en grondwaterlichamen als bedoeld in de KRW en de daarop gebaseerde Grondwaterrichtlijn en de richtlijn prioritaire stoffen, uitgewerkt. In het Bkmw 2009 zijn eisen gesteld, waaraan de kwaliteit van de oppervlaktewater- en grondwaterlichamen in Nederland in beginsel moet voldoen. In het Bkmw 2009 zijn ook de uitzonderingen van de KRW op het bereiken van de goede toestand in 2015 opgenomen.

Nationaal Bestuursakkoord Water-actueel (NBW-actueel, 2008)
Met dit NBW akkoord leggen de overheden vast op welke wijze, met welke middelen en langs welk tijdspad zij gezamenlijk de grote wateropgave voor Nederland in de 21e eeuw willen aanpakken.
Het akkoord benadrukt de gezamenlijke verantwoordelijkheid voor het op orde krijgen en houden van het totale watersysteem. Het geeft aan welke instrumenten ingezet worden om de opgave te realiseren, welke taken en verantwoordelijkheden iedere partij daarbij heeft en hoe partijen elkaar in staat willen stellen hun taken uit te voeren.

Nationaal Waterplan
Het Nationaal Waterplan geeft de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid en de daartoe behorende aspecten van het nationale ruimtelijke beleid weer (artikel 4.1 van de Waterwet). De hoofdlijnen omvatten in elk geval de gewenste ontwikkeling, werking en bescherming van de watersystemen, de maatregelen die daarvoor nodig zijn en een visie op gewenste ontwikkelingen in verband met voorkoming dan wel voor zover mogelijk beperking van overstromingen en waterschaarste. Het eerste Nationaal Waterplan 2009 – 2015 is in december 2009 vastgesteld. In december 2015 zal het Nationaal waterplan 2016-2021 worden vastgesteld.

Wet bodembescherming (Wbb)
De Wet bodembescherming (Wbb) stelt regels om de bodem te beschermen. De Wbb maakt duidelijk dat grondwater een onderdeel van de bodem is. Daarnaast worden de sanering van verontreinigde bodem en grondwater door middel van de Wbb geregeld. Ook lozingen in of op de bodem worden kunnen op grond van de Wbb worden gereguleerd.
De productielocaties kunnen worden beschouwd als inrichtingen, waarop de Wet Bodembescherming van toepassing is. Artikel 13 bevat de zorgplicht: “Ieder die op of in de bodem handelingen verricht (…) en redelijkerwijs had kunnen vermoeden dat door die handelingen de bodem kan worden verontreinigd of aangetast, IS verplicht alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden gevergd, teneinde die verontreiniging of aantasting te voorkomen, dan wel indien die verontreiniging of aantasting zich voordoet, de verontreiniging of de aantasting en de directe gevolgen daarvan te beperken en zoveel mogelijk ongedaan te maken”.

4.3.2 BEOORDELINGSKADER

De deelgebieden worden voor het aspect watersysteem beoordeeld op de volgende beoordelingscriteria:
- Bemalen ten behoeve van de aanleg;

- Watervoorziening vanuit drinkwaterleidingnetwerk;
- Onttrekken van grondwater[14];
- Onttrekken van oppervlaktewater[15];
- Lozen op het oppervlaktewater.

In voorliggend hoofdstuk wordt stilgestaan bij de effecten als gevolg van de waterkwantiteit, zowel met betrekking tot de wateraanvoer, als de waterafvoer. Er wordt niet stilgestaan bij de waterkwaliteit. In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op de effecten met betrekking tot waterkwaliteit in de bodem. Ook in hoofdstuk 14 wordt bij waterkwaliteit (in relatie tot natuur) stilgestaan.

Bemalen ten behoeve van de aanleg

Voor de aanleg van de voorbeeldwinning wordt circa 34 ha ontgraven. Deze oppervlakte bestaat zowel uit het areaal van de productielocaties en de gasbehandelingsinstallatie als ook de circa 65 km leiding die hierbij tussen de locaties wordt aangelegd. Voor de leidingen, maar naar verwachting ook de productielocaties, geldt dat er soms een tijdelijke bemaling noodzakelijk is voor de aanleg.
Of een bemaling noodzakelijk zal zijn hangt af van de grondwaterstanden. Een bemaling heeft een verlagend effect op deze grondwaterstanden. Wanneer zettingsgevoelige lagen in de ondergrond aanwezig zijn, kunnen, als gevolg van de grondwaterstandverlaging, deze lagen gaan 'zetten'. Daarmee ontstaat een definitieve verlaging van het maaiveld. Ter plaatse van bebouwing of infrastructuur kan dit tot schade leiden.

In onderstaande tabel is de scoringsmethodiek van de effectenbeoordeling voor het bemalen weergegeven.

Scoringsmethodiek bemaling ten behoeve van de aanleg
N.v.t. Bemaling is tijdelijk van aard, en alleen wanneer deze samenvalt met een ongewenst hoge grondwaterstand is een positief effect te verwachten (positief effect).
N.v.t. Bemaling is tijdelijk van aard, en alleen wanneer deze samenvalt met een ongewenst hoge grondwaterstand is een positief effect te verwachten (beperkt positief effect).
Bemaling naar verwachting niet noodzakelijk. Geen effecten als zetting en bodemdaling te verwachten (neutraal effect).
Bemaling naar verwachting noodzakelijk. Hierdoor is er sprake van een verlagend effect op de grondwaterstanden. Geen effecten als zetting en bodemdaling te verwachten (beperkt negatief effect).
Bemaling naar verwachting noodzakelijk. Hierdoor is er sprake van een verlagend effect op de grondwaterstanden. Gebied kent risico's met betrekking tot zetting en bodemdaling (negatief effect).

Tabel 4.6 Scoringsmethodiek bemaling ten behoeve van de aanleg

Watervoorziening vanuit drinkwaterleidingnetwerk

De voorbeeldwinning gaat uit van een aansluiting op het waterleidingnetwerk (drinkwater) van Nederland om in de waterbehoefte te voorzien. Indien voor een andere waterbron dan drinkwater, bijvoorbeeld gezuiverd rioolwater, wordt gekozen, zal dit leiden tot een ander beoordelingskader en effectbeoordeling. Afhankelijk van de aanwezigheid en capaciteit van het drinkwaternet kan de aanvoer van drinkwater plaatsvinden middels een pijpleiding (directe aansluiting op het drinkwaternet) of per as

[14] In de voorbeeldwinning wordt uitgegaan dat in de waterbehoefte wordt voorzien door een aansluiting op het waterleidingnetwerk van Nederland. De beoordeling voor het onttrekken van het benodigde water uit het grond- of oppervlaktewater geldt dus alleen wanneer wordt afgeweken van dit uitgangspunt.

[15] Idem

(vrachtwagentransport). De effecten van de transportbewegingen zijn beschreven in hoofdstuk 8. De scoringsmethodiek voor de voorziening vanuit het drinkwaterleidingnetwerk is opgenomen in Tabel 4.7.

Scoringsmethodiek watervoorziening vanuit drinkwaternetwerk	
Het productiewater van het betreffende drinkwaterbedrijf is vrijwel geheel (> 90%) afkomstig uit oppervlaktewater (neutraal effect).	
Het productiewater van het betreffende drinkwaterbedrijf is zowel afkomstig uit grond- en oppervlaktewater. Daarmee hangt een mogelijk effect samen met de bron die het bedrijf kiest om te voorzien in de waterbehoefte van de voorbeeldwinning (onbekend effect).	Onbekend effect
Het productiewater van het betreffende drinkwaterbedrijf is vrijwel geheel (>90 %) afkomstig uit grondwater (negatief effect, afname van de beschikbare grondwatervoorraad).	

Tabel 4.7 Scoringsmethodiek watervoorziening vanuit drinkwaterleidingnetwerk

De grootste watervraag vindt plaats gedurende het fracken. Naar verwachting gaat het zoals eerder beschreven om maximaal 375 m^3 per uur. De totale waterbehoefte voor de voorbeeldwinning bedraagt maximaal circa 260.000 m^3 per jaar.
Het effect van het afnemen van deze hoeveelheid water van het bestaande leidingwaternetwerk kan worden gerelateerd aan de verhouding van deze watervraag ten opzichte van de totale hoeveelheid onttrokken water van de betreffende waterbedrijven en waar het water zijn oorsprong vindt.

Daarnaast hangt de mogelijkheid van een levering van een drinkwaterbedrijf samen met de technische haalbaarheid en de capaciteit van aanwezige waterleidingen. De benodigde capaciteit moet minimaal 375 m^3 per uur bedragen om te voldoen tijdens de piekmomenten van waterbehoefte.
Dit is dan ook de minimale capaciteit die vanuit een waterleiding moet worden geleverd. In onderstaand Tabel 4.8 zijn de capaciteiten gekoppeld aan de diameter van de leiding benoemd.

Stroomsnelheid in de leiding: 1 m/s		Stroomsnelheid in de leiding2 m/s	
Drinkwater leiding diameter (mm)	Capaciteit [m^3/u]	Drinkwater leiding diameter [mm]	Capaciteit [m^3/u]
100 – 200	28 – 113	100 – 200	57 – 226
201 - 300	113 - 254	201 - 300	226 – 509
301 – 400	254 - 452	301 – 400	509 – 905
401 - 500	452 - 707	401 - 500	905 – 1414
>500	>707	>500	>1414

Tabel 4.8 Aanvoer capaciteit van drinkwaterleidingen

Op basis van Tabel 4.8 kan gesteld worden dat bij een stroming in de leiding van 1 m/s, een diameter groter dan 300 - 400 mm garandeert dat er voldoende aanvoercapaciteit beschikbaar is. Bij een stroming van 2 m/s geldt dat bij een diameter van 200 – 300 mm voldoende aanvoercapaciteit beschikbaar is.

Onttrekken van grondwater

De gebieden waar potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond aanwezig zijn, zijn onderverdeeld in drie klassen. Deze staan beschreven in Tabel 4.9. Essentieel voor de indeling van de tabel zijn de watervoerende pakketten. In de ondergrond van Nederland komen verschillende afzettingen voor die zijn ontstaan in verschillende tijden en onder verschillende omstandigheden. Afzettingen die zijn ontstaan onder dynamische omstandigheden bestaan hierbij vaak uit zand en grind en zijn relatief poreus.

Afzettingen die zijn ontstaan in stabiele omstandigheden bestaan vaak uit klei (of organisch materiaal), en met name klei is compact en daardoor weinig poreus. Naarmate de druk op deze materialen is toegenomen door afdekking met nieuwe afzettingen komen deze afzettingen in de diepere ondergrond voor als gesteenten.

Kijkend naar de verplaatsing en aanwezigheid van water is de porositeit van de afzetting een belangrijke eigenschap. Zand en grind afzettingen kunnen veel water bevatten en door deze afzettingen is een goede stroming van water mogelijk. Kleiige afzettingen vormen daarentegen juist barrières voor het aanwezige water en bevatten dan ook weinig water.

Op basis van deze geohydrologische aspecten is de ondergrond opgedeeld in watervoerende pakketten (aaneengesloten afzettingen van poreus materiaal) en slecht doorlatende lagen (afzettingen van compacte en weinig poreus materiaal). In paragraaf 4.1.3 is ingegaan hoe de gebieden zijn geduid waar een mogelijkheid tot het onttrekken van water aanwezig is. Dit resulteert in de effectbeoordeling zoals is weergegeven in Tabel 4.9.

Klasse	Effectbeschrijving
Potentie om grondwater te onttrekken zonder invloed op freatische grondwaterstanden (gespannen onttrekking).	Watervoerend pakket aanwezig met een minimale doorlatendheid kD van 600 m^2/d met daarbij een bovengelegen slecht doorlatende laag met een minimale weerstand van 100 dagen. Het watervoerend pakket ligt boven het brak-zout grensvlak (Cl = 1000 mg/l) (neutraal effect).
Zeer beperkte mogelijkheden om grondwater te onttrekken.	Geen aanwezigheid van een watervoerend pakket met een doorlatendheid kD groter dan 600 m^2/d. En/of de watervoerende pakketten liggen onder het brak-zout grensvlak (Cl = 1000 mg/l) (neutraal effect).
Potentie om grondwater te onttrekken maar met een verwachte invloed op freatische grondwaterstanden.	Watervoerend pakket aanwezig met een minimale doorlatendheid kD van 600 m^2/d zonder de aanwezigheid van een bovengelegen slecht doorlatende laag met een minimale weerstand van 100 dagen. Het watervoerend pakket ligt boven het brak-zout grensvlak (Cl = 1000 mg/l) (negatief effect).

Tabel 4.9 Scoringsmethodiek op basis van klasseindeling onttrekken grondwater

Zoals de scoringsmethodiek beschrijft, is alleen onderscheidt gemaakt tussen een neutraal effect en een negatief effect. Wanneer sprake zal zijn van het onttrekken van freatisch grondwater is vrijwel altijd sprake van een beïnvloeding van de grondwaterstanden zoals deze aan maaiveld worden ervaren, en daarmee ook een directe beïnvloeding van de aanwezige gebruiksfuncties. Afhankelijk van de functie kan dit een tijdelijk maar ook permanent effect opleveren. Er is op voorhand niet in te schatten (het hangt immers samen met de aanwezige functies op de betreffende locatie) wat de mate van het negatieve effect zal zijn. Wanneer er uit gespannen pakketten wordt onttrokken, is geen effect op de freatische grondwaterstanden te verwachten en is het effect neutraal.

Onttrekken van water uit het (oppervlakte)watersysteem

Zoals in paragraaf 4.2.1 is beschreven is tijdens het fracken per locatie gedurende een periode van 3 weken een aanvoer van 375 m^3 per uur noodzakelijk om de 10 boorputten na elkaar te fracken. Dit zal

achtereenvolgens noodzakelijk zijn voor 13 productielocaties in totaal in het geval van de voorbeeldwinning.

De waterbehoefte omgerekend naar liter per seconde bedraagt circa 35 l/s. In totaal wordt echter in een periode van 3 weken circa 260.000 m^3 onttrokken aan het watersysteem. Om dit zonder effect mogelijk te maken is een waterlichaam noodzakelijk van een aanzienlijke omvang. In het geval van een open water moet de omvang voldoende zijn om deze watervraag te kunnen bufferen gedurende deze periode. Voor een watergang moet er sprake zijn van een grote constante aanvoer van water.

Bij de beoordeling is een afstand van 2.000 meter gehanteerd. Dit betekent dat wanneer de winning plaatsvindt binnen 2.000 meter van een van deze grote wateren, het waarschijnlijk is dat het voorzien vanuit deze wateren technisch is te realiseren[16]. De werkelijke mogelijkheid hangt sterk samen met de aanwezige infrastructuur en bebouwing in de omgeving en daaruit de kosten die een tijdelijke leiding voor de watervoorziening met bijhorende pompinstallatie met zich meebrengt.

In Tabel 4.10 is de scoringsmethodiek en effectbeschrijving en –beoordeling voor het onttrekken uit de grote wateren gegeven. Aangenomen wordt dat er niet zal worden overwogen water te onttrekken uit kleinere wateren in verband met de onzekerheid over de beschikbaarheid van water. Het onttrekken van oppervlaktewater is dan ook alleen mogelijk bij de grotere wateren. Wel kan in periode van droogte ook hier sprake zijn van een beperkte beschikbaarheid van water, waarbij volgens de verdringingsreeks (artikel 2.9 van de Waterwet) aanspraak gemaakt kan worden op het beschikbare water. De verdringingsreeks verdeelt de water behoevende functies in een viertal categorieën en beschrijft welke functies ten tijde van een tekort voorrang hebben ten opzichte van de andere.

Scoringsmethodiek, effectbeschrijving en –beoordeling
Bij het onttrekken vanuit de grotere wateren is gezien de omvang of de watervoerendheid van deze wateren in normale omstandigheden geen beïnvloeding te verwachten. Daarmee is bij het onttrekken uit de grotere wateren in alle gevallen een neutraal effect te verwachten.

Tabel 4.10 Scoringsmethodiek en effectbeoordeling onttrekken van oppervlaktewater

Lozen van gezuiverd water in het watersysteem

Zoals gesteld in paragraaf 4.1 is de hoeveelheid te lozen water, zelfs tijdens piekmomenten, dusdanig klein dat praktisch in heel Nederland de aanwezigheid van een oppervlaktewaterlichaam binnen een acceptabele afstand te verwachten is. Ook zal een zuiveringsinstallatie in de praktijk altijd nabij een dergelijk waterlichaam worden gerealiseerd. In de voorliggende afweging wordt dan ook niet de mogelijkheid tot lozen meegewogen. Wel wordt stilgestaan bij de mogelijke effecten van een eventuele lozing (ook al zijn deze naar verwachting nagenoeg verwaarloosbaar). Dit wordt op een kwalitatieve wijze beschreven. Denk hierbij aan een toename van de watervoerendheid van een watergang gedurende droge perioden als een positief effect et cetera. Zie voor de scoringsmethodiek Tabel 4.11.
Een belangrijk uitgangspunt hierbij is dat het gezuiverde water in kwaliteit aansluit bij het ontvangende waterlichaam. De afweging heeft dan ook alleen betrekking op het effect van de kwantitatieve toevoeging die het te lozen water betekent. In de praktijk kan de locatie van het lozingspunt bepalend zijn voor het

[16] Het betreft watergangen waar naar verwachting onttrekking technisch haalbaar is. Hierbij is niet stil gestaan bij de juridische mogelijkheden voor het onttrekken uit de waterlichamen. In de voorbeeldwinning wordt er in de basis uitgegaan dat in de waterbehoefte wordt voorzien door het gebruik van leidingwater. Om deze reden zijn de juridische mogelijkheden niet verder uitgewerkt. Voor een dergelijke onttrekking zal sprake zijn van vergunningstrajecten waarbij de beheerder van de betreffende wateren (Rijkswaterstaat) als bevoegd gezag geldt.

uiteindelijke effect. Als voorbeeld kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een situatie waarbij water wordt geloosd met een relatief hogere temperatuur direct bovenstrooms van een locatie waar water uit het oppervlaktewater wordt onttrokken ten behoeve van een koelinstallatie. Door het locatie specifieke karakter van dergelijke effecten zijn deze effecten niet meegenomen in de afweging op het voorliggende schaalniveau, maar moeten deze zeker bij een concreet initiatief nader worden bepaald.

Scoringsmethodiek lozen in het watersysteem
Het lozen van het water zorgt voor een gewenste toename in de watervoerendheid van de watergang wat de natuur en grondwaterstanden positief beïnvloed en droogval van de watergang wordt voorkomen (positief effect).
Het lozen van het water zorgt voor een gewenste toename in de watervoerendheid van de watergang wat de natuur en grondwaterstanden positief beïnvloed (beperkt positief effect).
Het lozen van water zorgt niet voor negatieve effecten maar brengt ook geen positief effect met zich mee (neutraal effect).
Het lozen zorgt voor een afvoer in de betreffende watergang waarbij tijdens extreme situatie de afvoer niet meer toereikend kan zijn[17] (beperkt negatief effect).
Het lozen zorgt voor een afvoer in de betreffende watergang waarop deze niet is berekend[18] (negatief effect).

Tabel 4.11 Scoringsmethodiek lozen in het watersysteem

Naast de positieve beïnvloeding bij extra watervoerendheid van grondwaterstanden en natuur, kan ook sprake zijn van een positief effect met betrekking tot de bevaarbaarheid, watervoorziening voor industrie, koelwater, irrigatie en drinkwater.

4.4 EFFECTBESCHRIJVING EN BEOORDELING

4.4.1 EFFECTBESCHRIJVING

In de effectbeschrijving is uitgegaan van de waterbehoefte en het wateroverschot gedurende de gebruiksfase. Er wordt vanuit gegaan dat tijdens de aanlegfase nog geen sprake is van een waterbehoefte en/of een wateroverschot. In Tabel 4.12 is de algemene kwalitatieve effectbeschrijving opgenomen die na de tabel wordt toegelicht. In paragraaf 4.4.2 zijn de effecten per deelgebied beschreven.

[17] In de praktijk kan er geen sprake zijn van een negatief effect, omdat het betreffende waterschap geen vergunning zal verlenen voor het lozen van water in het geval de watergang hier niet voldoende ruim voor is.

[18] idem

Criterium	Effect
Bemaling ten behoeve van de aanleg	Ten behoeve van de aanleg van specifiek de leidingen, maar ook de productielocaties en/of de gasbehandelingsinstallatie is het afhankelijk van de grondwaterstanden noodzakelijk te bemalen. Hierbij worden de grondwaterstanden tijdelijk verlaagd. Dit kan een negatief effect betekenen voor de omliggende gebruiksfuncties. Wanneer er klei- of veenlagen in de ondergrond aanwezig zijn, kan er als gevolg van tijdelijke grondwaterstandverlaging zetting optreden. Hierbij 'zetten' deze lagen zich lokale en onregelmatige maaivelddalingen tot gevolg. Dit kan resulteren in schade aan aanwezige bebouwing en infrastructuur.
Watervoorziening vanuit drinkwaterleidingnetwerk	Een aantal waterbedrijven is in de watervoorziening afhankelijk van grondwater. De hoeveelheid benodigd water is voor alle waterbedrijven minder dan 1% van de jaarlijkse productie. Daarmee geldt een negatief effect voor het afnemen van water, met uitzondering voor de waterbedrijven 'Dunea', Oasen en 'Evides Drinkwater'. Deze waterbedrijven onttrekken voornamelijk uit oppervlaktewater. Hier is het effect neutraal.
Onttrekken van grondwater	Langs de westkust is het gebruik van grondwater beperkt mogelijk als gevolg van de hoge ligging van het brak-zout grensvlak in de ondergrond. Op verschillende locaties in Nederland zijn er kansen voor het onttrekken van grondwater met een neutraal effect. Ook geldt voor delen van het land dat het onttrekken alleen mogelijk is met een negatief effect. Hierbij wordt onttrokken uit het freatisch grondwater en zal dus sprake zijn van een effect op de merkbare grondwaterstanden aan maaiveld.
Onttrekken van oppervlaktewater	In de noordelijke gebieden en ook de oostelijke gebieden van Nederland is de aanwezigheid van bruikbare oppervlaktewaterlichamen beperkt. In het westen en midden van Nederland zijn hiervoor meer mogelijkheden. Het onttrekken van water vanuit grote wateren heeft een neutraal effect.
Lozen in oppervlaktewater	Het lozen op oppervlaktewater van gezuiverd water betekent een negatief effect wanneer de betreffende watergang hierop niet is berekend. Er kan ook sprake zijn van een positief effect wanneer de lozing de watervoerendheid van de betreffende watergang ten goede komt en daarmee een positief effect wordt bereikt t.b.v. natuur of de grondwaterstanden.

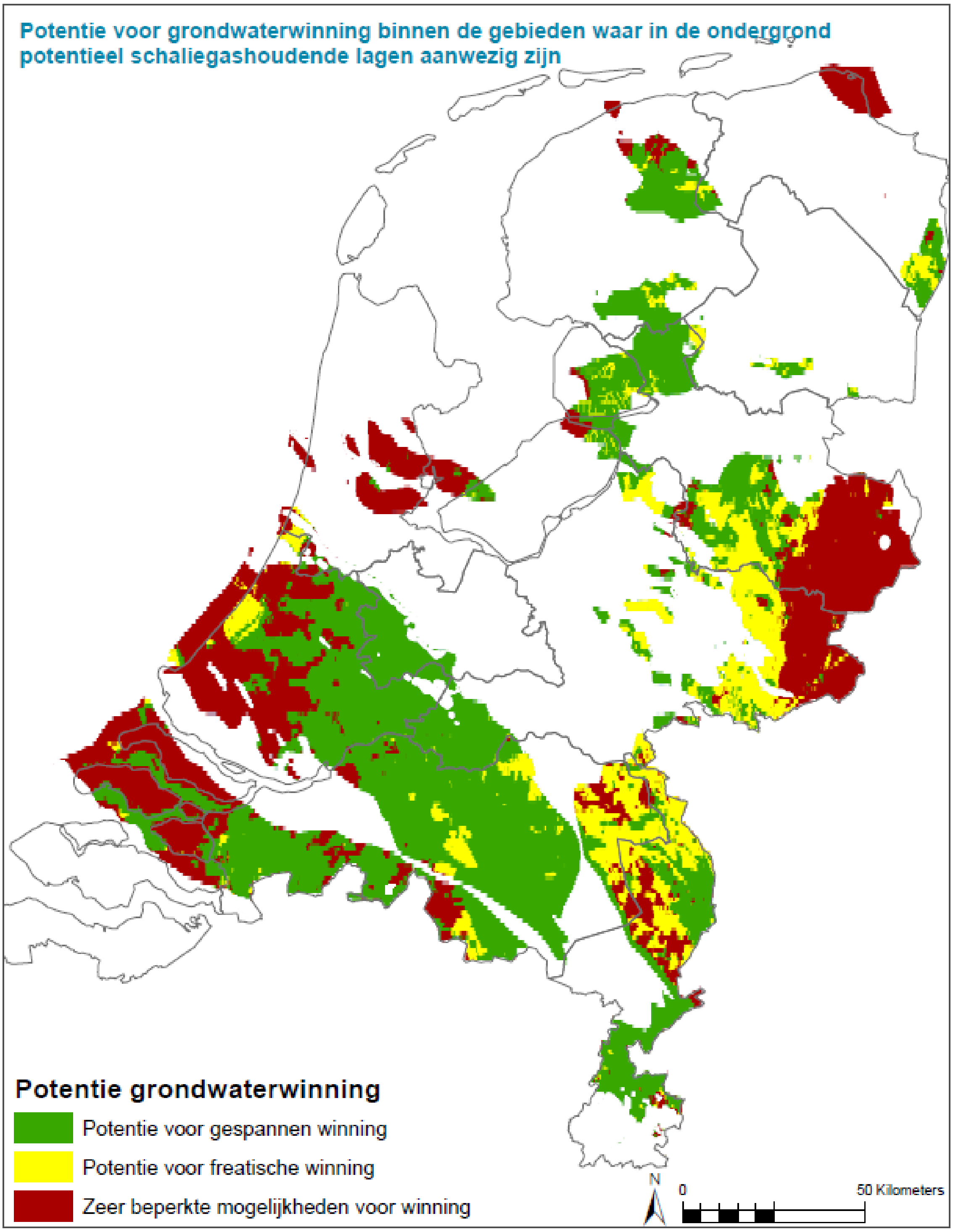
Tabel 4.12 Kwalitatieve effectbeschrijving waterkwantiteit

Bemaling ten behoeve van de aanleg

Ten behoeve van de aanleg van specifiek de leidingen, maar ook de productielocaties en/of de gasbehandelingsinstallatie is het afhankelijk van de grondwaterstanden noodzakelijk te bemalen. Hierbij worden de grondwaterstanden tijdelijk verlaagd. Dit kan een negatief effect betekenen voor de omliggende gebruiksfuncties.
Wanneer er klei- of veenlagen in de ondergrond aanwezig zijn kan er als gevolg van tijdelijke grondwaterstandverlaging zetting optreden. Hierbij 'zetten' deze lagen zich met lokale en onregelmatige maaivelddalingen tot gevolg. Dit kan resulteren in schade aan aanwezige bebouwing en infrastructuur. De gevoeligheid voor zetting is veelal aanwezig in de zeekleigebieden, laagveengebieden, droogmakerijen en het rivierengebied.

Watervoorziening vanuit drinkwaterleidingnetwerk
Of er nu wordt uitgegaan van crosslinked of juist slick based fracken, er geldt voor alle drinkwaterbedrijven in Nederland dat de benodigde hoeveelheid water voor de voorbeeldwinning minder dan 1% van de productie van de afzonderlijke bedrijven betreft. Voor de waterbedrijven 'Waterleidingmaatschappij Drenthe', 'Oasen' en 'Waterbedrijf Groningen' gelden de grootste percentages. Daarmee zal het effect op de winningen van de waterbedrijven beperkt zijn, maar wel negatief als het grondwateronttrekkingen betreffen. Alleen de waterbedrijven 'Dunea', 'Oasen' en 'Evides Drinkwater' onttrekken grotendeels hun water vanuit oppervlaktewater.

Onttrekken uit grondwater
In Figuur 4.7 is de potentie voor het winnen van grondwater voor de gebieden met schaliegashoudende lagen in de ondergrond voor heel Nederland weergegeven. Hierbij is aansluitend op het beoordelingskader onderscheid gemaakt in drie klassen die de potentie om grondwater te onttrekken beschrijven. In de kaart zijn Nederland breed duidelijk patronen herkenbaar. Zo is langs de westkust het gebruik van grondwater beperkt mogelijk als gevolg van de hoge ligging van het brak-zout grensvlak in de ondergrond.

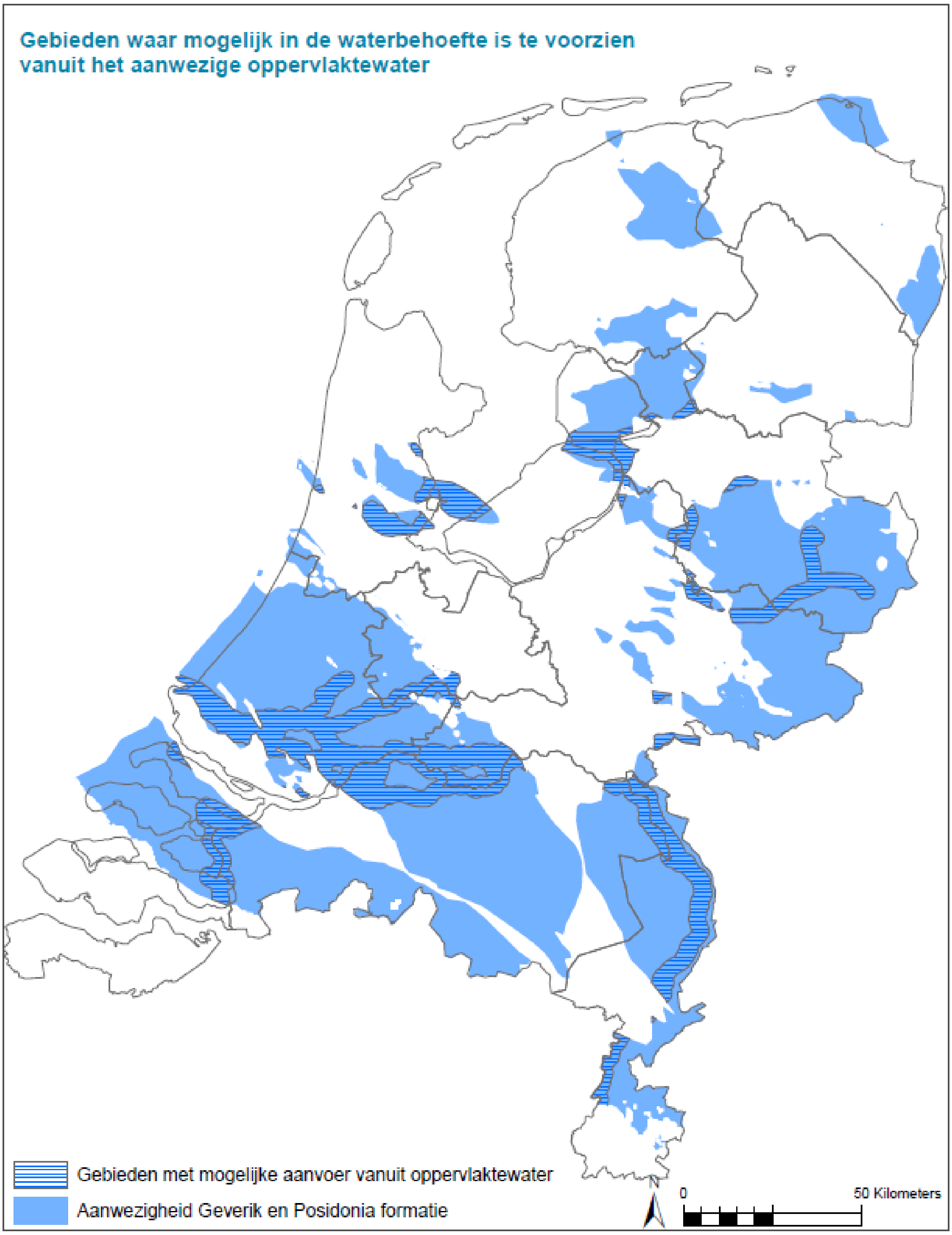


Figuur 4.7 Potentie voor grondwaterwinning binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond.

Onttrekken uit oppervlaktewater

Het onttrekken uit oppervlaktewater vraagt om een oppervlaktewaterlichaam van voldoende opvang of met voldoende aanvoer van water in de nabijheid van de voorbeeldwinning. In Figuur 4.8 is binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond aangegeven waar binnen een straal van 2.000 m een dergelijk oppervlaktewaterlichaam aanwezig is. Duidelijk is dat in de noordelijke

gebieden en ook de oostelijke gebieden de aanwezigheid van dergelijke oppervlaktewaterlichamen beperkt is. Dit geldt ook voor het Geverik Laagpakket langs de zuidgrens van Nederland.



Figuur 4.8 Gebieden waar mogelijk in de waterbehoefte is te voorzien vanuit het aanwezige oppervlaktewater binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond.

Lozing op oppervlaktewater

Lozing van het gezuiverde water op het oppervlaktewatersysteem kent onafhankelijk van het landschapstype enkele potentiele effecten, afhankelijk van de nabijgelegen functies of de status van het betreffende waterlichaam. Onafhankelijk van het landschapstype kan hierbij gedacht worden aan:

1. *Kader Richtlijn Water (KRW):* Als onderdeel van de KRW vindt onder andere een meer natuurlijke inrichting van oevers plaats. Een verandering in de afvoer van een watergang als gevolg van een lozing kan hierbij een effect betekenen met betrekking tot de KRW doelstellingen.
2. *Gewenst Grond- en Oppervlaktewater (GGOR)*: Waterschappen benoemen in het GGOR wat de gewenste situatie is voor het grond- en oppervlaktewater. Wanneer het watersysteem is ingericht op deze optimale situatie kan een verandering van de afvoer als gevolg van de lozing afbreuk doen of juist bijdragen aan de realisatie van de optimale situatie.
3. *Waterveiligheid*: Watergangen zijn dusdanig gedimensioneerd, afgestemd op de geldende normen, dat extreme afvoeren kunnen worden afgevoerd. Vaak zijn watergangen uitgaande van de norm over gedimensioneerd. Dit is echter niet overal het geval. Indien de dimensie van de watergang nauw aansluit bij de normafvoer voor extreme situaties, kan de extra aanvoer vanuit de lozing zorgen voor extra inundaties bij extreme situaties.
4. *Waterkwaliteit:* Afhankelijk van de kwaliteit van het water in de watergang en de kwaliteit van het te lozen water (er wordt vanuit gegaan dat deze schoon is), kan sprake zijn van een positief of negatief effect op de kwaliteit van het water in de watergang als gevolg van het mengen met het geloosde water.

4.4.2 EFFECTBESCHRIJVING EN BEOORDELING PER DEELGEBIED

In voorliggende paragraaf worden de effecten per deelgebied beschreven. In Tabel 4.13 zijn de effecten voor de deelgebieden samengebracht. Na de tabel volgt een beschrijving van de effecten per deelgebied.

Deelgebied	Bemalingen	Drinkwater gebruik		Grondwater onttrekken	Oppervlaktewater onttrekken	Lozen op oppervlaktewater
Zuid-Limburg	Beperkt negatief effect. Kans op zetting beperkt.	Onbekend (neutraal tot negatief effect)	Het is onbekend of grondwater dient als bron voor de watervoorziening. Effect kan echter niet positief zijn.	Neutraal, vooral mogelijkheid voor gespannen winning grondwater	Neutraal, geen effect op grote wateren te verwachten	Beperkt positief, voor heuvelland toename watervoerendheid.
Noord-Brabant & Noord-Limburg, subgebied A	Neutraal, verwachting geen bemaling noodzakelijk (m.u.v. beekdalen)	Negatief effect. Indirect een verlaging van grondwater		Neutraal, vooral mogelijkheid voor gespannen winning grondwater	Neutraal, geen grote oppervlaktewater-lichamen aanwezig	Beperkt positief, voor zandgronden toename watervoerendheid.
Noord-Brabant & Noord-Limburg, subgebied B	Neutraal, verwachting geen bemaling noodzakelijk (m.u.v. beekdalen)	Negatief effect. Indirect een verlaging van grondwater		Neutraal, vooral mogelijkheid voor gespannen winning grondwater	Neutraal, geen grote oppervlaktewater-lichamen aanwezig	Beperkt positief, voor zandgronden toename watervoerendheid.
Noord-Brabant & Noord-Limburg, subgebied C	Beperkt negatief effect. Effecten specifiek rond de Maas.	Onbekend tot negatief effect.	Negatief voor gebied Brabant Water en onbekend bij WML. Effect kan niet positief zijn.	Negatief, alleen mogelijkheid voor freatisch winnen	Neutraal, geen effect op grote wateren te verwachten	Beperkt positief, voor zandgronden toename watervoerendheid.
Oost-Nederland	Neutraal, verwachting geen bemaling noodzakelijk (m.u.v. beekdalen)	Negatief effect. Indirect een verlaging van grondwater		Negatief, alleen mogelijkheid voor freatisch winnen	Neutraal, geen effect op grote wateren te verwachten	Beperkt positief, voor zandgronden toename watervoerendheid.
Noord-Nederland, subgebied A	Beperkt negatief effect. Met name de laagveengebieden zijn risicovol m.b.t. zetting	Negatief effect. Indirect een verlaging van grondwater		Neutraal, vooral mogelijkheid voor gespannen winning grondwater	Neutraal, geen grote oppervlaktewater-lichamen aanwezig	Beperkt positief, voor zandgronden toename watervoerendheid.
Noord-Nederland,	Beperkt negatief effect. Bij bemaling	Negatief effect. Indirect een verlaging van grondwater		Negatief, alleen	Neutraal, geen grote	Beperkt positief, voor zandgronden/veenkolonië

Deelgebied	Bemalingen	Drinkwater gebruik		Grondwater onttrekken	Oppervlaktewater onttrekken	Lozen op oppervlaktewater
subgebied B	effect op grondwaterstanden. Geen zetting.			mogelijkheid voor freatisch winnen	oppervlaktewater-lichamen aanwezig	n toename watervoerendheid.
Noord-Nederland, subgebied C	Negatief effect, kans op grondwater-effecten en zetting.	Onbekend (neutraal tot negatief effect)	Het is onbekend of grondwater dient als bron voor de watervoorziening. Effect kan echter niet positief zijn.	Neutraal, geen mogelijkheden voor onttrekken grondwater	Neutraal, geen grote oppervlaktewater-lichamen aanwezig	Neutraal, geen direct voordeel van extra water in het watersysteem
Groene Hart	Negatief effect, kans op grondwater-effecten en zetting.	Neutraal tot negatief effect.	Neutraal voor Dunea en Oasen. Negatief voor gebied Vitens	Neutraal, vooral mogelijkheid voor gespannen winning grondwater	Neutraal, geen effect op grote wateren te verwachten	Neutraal, geen direct voordeel van extra water in het watersysteem
Laag Holland	Negatief effect, kans op grondwater-effecten en zetting.	Onbekend (neutraal tot negatief effect)	Het is onbekend of grondwater dient als bron voor de watervoorziening. Effect kan echter niet positief zijn.	Neutraal, geen mogelijkheden voor onttrekken grondwater	Neutraal, geen effect op grote wateren te verwachten	Neutraal, geen direct voordeel van extra water in het watersysteem
Flevoland	Negatief effect, kans op grondwater-effecten en zetting.	Negatief effect. Indirect een verlaging van grondwater		Neutraal, vooral mogelijkheid voor gespannen winning grondwater	Neutraal, geen effect op grote wateren te verwachten	Neutraal, geen direct voordeel van extra water in het watersysteem
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Negatief effect, kans op grondwater-effecten en zetting.	Neutraal effect. Vooral gebruik van oppervlaktewater		Neutraal, beperkt mogelijkheden voor onttrekken grondwater	Neutraal, geen effect op grote wateren te verwachten	Neutraal, geen direct voordeel van extra water in het watersysteem
Zuidvleugel	Negatief effect, kans op grondwater-	Neutraal effect. Vrijwel alleen gebruik van oppervlaktewater		Neutraal, geen mogelijkheden	Neutraal, geen effect op grote wateren te	Neutraal, geen direct voordeel van extra water in het watersysteem

Deelgebied	Bemalingen	Drinkwater gebruik	Grondwater onttrekken	Oppervlaktewater onttrekken	Lozen op oppervlaktewater
	effecten en zetting.		voor onttrekken grondwater	verwachten	
Kust	Beperkt negatief effect. Bij bemaling effect op grondwaterstanden. Geen zetting.	Neutraal effect (onbekend voor gebied PWN). Vooral gebruik van oppervlaktewater	Neutraal, geen mogelijkheden voor onttrekken grondwater	Neutraal, geen effect op grote wateren te verwachten	Neutraal, geen direct voordeel van extra water in het watersysteem

Tabel 4.13 Vergelijking effectbeoordeling waterkwantiteit deelgebieden

Zuid-Limburg

Het deelgebied Zuid-Limburg betreft voornamelijk een Heuvelland. In het noordwestelijk deel is nog de Maas die meer is aangeduid als een rivierengebied. In het Heuvelland is een afwisseling aanwezig van heuvels en beekdalen. Voor de heuvels gelden diepe grondwaterstanden en in de beekdalen kunnen ook ondiepe grondwaterstanden voorkomen. Dit geldt ook voor het gebied rond de Maas. In de heuvels is voor de aanleg vermoedelijk geen bemaling noodzakelijk. In de beekdalen en het gebied langs de Maas is dit wel het geval. De aanwezige bodems zijn overwegend niet zettingsgevoelig.

Voor het deelgebied Zuid-Limburg voorziet WML in de watervoorziening. WML onttrekt 67% van haar productiewater uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,36% van de totale productiesom op jaarbasis van WML. Daarmee is er sprake van een onbekend effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Zuid-Limburg omdat niet zeker is of grondwater wordt gebruikt en daarmee sprake is van een indirecte bijdrage aan een verlaging van de grondwaterstanden.

In deelgebied Zuid-Limburg is vrijwel overal een geschikte watervoerende laag en een bovenliggende afsluitende laag aanwezig (Figuur 4.7). Daarmee is de ondergrond naar verwachting geschikt voor het gespannen onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening met een neutraal effect. Op enkele specifieke locaties is het onttrekken van grondwater niet gespannen mogelijk door de afwezigheid van een afsluitende slecht doorlatende laag. Hier is alleen het onttrekken van freatisch grondwater mogelijk met een negatief effect.

In het deelgebied Zuid-Limburg zijn geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien, met uitzondering van de Maas langs de noordwest zijde van het deelgebied (zie Figuur 4.8).

Het deelgebied Zuid-Limburg betreft een Heuvelland waar vaak lokaal droogte een rol kan spelen. Het lozen van schoon water draagt hierbij aan de watervoerendheid van het watersysteem, en heeft daarmee een beperkt positief effect op natuur en grondwaterstanden.

Noord-Brabant / Noord-Limburg, subgebied A

Het deelgebied Noord-Brabant subgebied A betreft een zandgebied. Dit gebied kenmerkt zich tot sterk variërende en soms diepe grondwaterstanden. Voor een groot deel van het gebied zal daarom gelden dat bemaling naar verwachting niet noodzakelijk zal zijn. Uitzondering hierop zijn de beekdalen, waar ondieper grondwaterstanden aanwezig zijn en bemaling dus soms wel een noodzaak is, vaak afhankelijk

van de periode in het jaar. Ook zijn lokaal in de beekdalen klei- of veenlagen aanwezig. Op deze specifieke locaties bestaat een risico tot zetting. Voor het deelgebied Noord-Brabant A als geheel geldt een neutraal effect.

Voor het deelgebied Noord-Brabant Noord-Limburg subgebied A voorziet Brabant Water in de watervoorziening. Brabant Water onttrekt 100% van haar productiewater uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,14% van de totale productiesom op jaarbasis van Brabant Water. Daarmee is er sprake van een negatief effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Noord-Brabant Noord-Limburg A omdat dit indirect bijdraagt aan een verlaging van de grondwaterstanden.

In deelgebied Noord-Brabant subgebied A is vrijwel overal een geschikte watervoerende laag en een bovenliggende afsluitende laag aanwezig (Figuur 4.7). Daarmee is de ondergrond naar verwachting geschikt voor het gespannen onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening met een neutraal effect. Op enkele specifieke locaties is het onttrekken van grondwater niet mogelijk door de afwezigheid van een geschikt watervoerend pakket.

In het deelgebied Noord-Brabant subgebied A zijn geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8).

Het deelgebied Noord-Brabant subgebied A kent zandgronden waar vaak lokaal droogte een rol kan spelen. Het lozen van schoon water draagt hierbij aan de watervoerendheid van het watersysteem, en heeft daarmee een beperkt positief effect op natuur en grondwaterstanden.

Noord-Brabant Noord-Limburg, subgebied B

Ook het deelgebied Noord-Brabant subgebied B betreft een zandgebied. Dit gebied kenmerkt zich tot sterk variërende en soms diepe grondwaterstanden. Voor een groot deel van het gebied zal daarom gelden dat bemaling naar verwachting niet noodzakelijk zal zijn. Uitzondering hierop zijn de beekdalen, waar ondieper grondwaterstanden aanwezig zijn en bemaling dus soms wel een noodzaak is, vaak afhankelijk van de periode in het jaar. Ook zijn lokaal in de beekdalen klei- of veenlagen aanwezig. Op deze specifieke locaties bestaat een risico tot zetting. Voor het deelgebied Noord-Brabant B als geheel geldt een neutraal effect.

Voor dit deelgebied voorziet Brabant Water in de watervoorziening. Brabant Water onttrekt 100% van haar productiewater uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,14% van de totale productiesom op jaarbasis van Brabant Water. Daarmee is er sprake van een negatief effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Noord-Brabant Noord-Limburg subgebied B omdat dit indirect bijdraagt aan een verlaging van de grondwaterstanden.

In het deelgebied is vrijwel overal een geschikte watervoerende laag en een bovenliggende afsluitende laag aanwezig (Figuur 4.7). Daarmee is de ondergrond naar verwachting geschikt voor het gespannen onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening met een neutraal effect. Op enkele specifieke locaties is het onttrekken van grondwater niet gespannen mogelijk door de afwezigheid van een afsluitende slecht doorlatende laag. Hier is alleen het onttrekken van freatisch grondwater mogelijk met een negatief effect.

In het deelgebied Noord-Brabant B zijn geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8).

Het deelgebied kent zandgronden waar vaak lokaal droogte een rol kan spelen. Het lozen van schoon water draagt hierbij aan de watervoerendheid van het watersysteem, en heeft daarmee een beperkt positief effect op natuur en grondwaterstanden.

Noord-Brabant Noord-Limburg, subgebied C

Het deelgebied Noord-Brabant Noord-Limburg subgebied C bestaat uit zandgronden, rivierengebied en een veenkolonie. Zowel de zandgronden en de veenkolonie kennen een voornamelijk zandige ondergrond. De grondwaterstanden liggen hier relatief diep onder maaiveld. Naar verwachting is geen bemaling noodzakelijk, met uitzondering van de beekdalen in het zandgebied en de lage delen van de veenkolonie. Deze gebieden zijn niet zettingsgevoelig met uitzondering van specifieke locaties binnen de veenkolonie waar nog veenresten in de ondergrond aanwezig zijn.
Het rivierengebied rond de Maas kent ondiepere grondwaterstanden. Hier zal naar verwachting wel bemaling noodzakelijk zijn. Ook kan door de aanwezigheid van klei- en veenlagen in de ondergrond zetting een rol spelen. Voor het deelgebied als totaal geldt een beperkt negatief effect.

Voor het deelgebied Noord-Brabant Noord-Limburg subgebied C voorziet Brabant Water of WML in de watervoorziening. Brabant Water onttrekt 100 % en WML 67% van hun productiewater uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,14% van de totale productiesom op jaarbasis van Brabant Water of WML. Daarmee is er sprake van een onbekend effect. Met Brabant Water als leverancier geldt een negatief effect. Met WML als leverancier is het onbekend of grondwater als bron wordt gebruikt, met daarmee indirect een verlaging van de grondwaterstanden.

In het deelgebied geldt dat vrijwel overal wel geschikte watervoerende pakketten aanwezig zijn (Figuur 4.7). Hier ontbreken echter wel afsluitende lagen boven deze pakketten waardoor er sprake zal zijn van een freatische winning die de grondwaterstanden aan maaiveld zal beïnvloeden. Dit betekent dan ook een negatief effect voor het grondwater.

In het deelgebied is de Maas aanwezig als groot oppervlaktewaterlichaam met de potentie om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8). Hierbij is sprake van een neutraal effect.

Het deelgebied kent zandgronden waar vaak lokaal droogte een rol kan spelen. Het lozen van schoon water draagt hierbij aan de watervoerendheid van het watersysteem, en heeft daarmee een beperkt positief effect op natuur en grondwaterstanden.

Oost-Nederland

Het deelgebied Oost-Nederland betreft een zandgebied. Dit gebied kenmerkt zich tot sterk variërende en soms diepe grondwaterstanden. Voor een groot deel van het gebied zal daarom gelden dat bemaling naar verwachting niet noodzakelijk zal zijn. Uitzondering hierop zijn de beekdalen, waar ondiepe grondwaterstanden aanwezig zijn en bemaling dus soms wel een noodzaak is, vaak afhankelijk van de periode in het jaar. Ook zijn lokaal in de beekdalen klei- of veenlagen aanwezig. Op deze specifieke locaties bestaat een risico tot zetting. Voor het deelgebied Oost-Nederland als geheel geldt een neutraal effect.

Voor het deelgebied Oost-Nederland voorziet waterbedrijf Vitens in de watervoorziening. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,07% van de totale productiesom op jaarbasis van Vitens. Daarmee is er sprake van een negatief effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Oost-Nederland omdat dit indirect bijdraagt aan een verlaging van de grondwaterstanden.

In deelgebied Oost-Nederland geldt in het meest oostelijk deel dat hier door de afwezigheid van een geschikt watervoerend pakket er geen mogelijkheid is voor een onttrekking en het effect is hier daarmee neutraal. Het westelijk deel kent wel geschikte watervoerende pakketten (Figuur 4.7). Hier ontbreken echter wel afsluitende lagen boven deze pakketten waardoor er sprake zal zijn van een freatische winning die de grondwaterstanden aan maaiveld zal beïnvloeden. Dit betekent dan ook een negatief effect voor het grondwater.

In het deelgebied Oost-Nederland is de IJssel en het Twentekanaal aanwezig als grote oppervlaktewaterlichamen met de potentie om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8). Hierbij is sprake van een neutraal effect.

Het deelgebied Oost-Nederland kent zandgronden waar vaak lokaal droogte een rol kan spelen. Het lozen van schoon water draagt hierbij aan de watervoerendheid van het watersysteem, en heeft daarmee een beperkt positief effect op natuur en grondwaterstanden.

Noord-Nederland, subgebied A

Deelgebied Noord-Nederland, subgebied A bestaat voor een groot deel uit zandgronden. Voor deze gronden geldt dat de grondwaterstanden vaak relatief diep liggen en er dan ook naar verwachting geen bemaling noodzakelijk is. Ook zijn deze gronden niet zettingsgevoelig. Voor de zandgronden geldt dan ook een neutraal effect. Voor de aanwezige veenkolonie geldt dat het onzeker is of bemaling noodzakelijk zal zijn. Het risico op zetting is hier beperkt (alleen wanneer er nog veenresten aanwezig zijn in de ondergrond). Het effect van een bemaling binnen de veenkolonie, wanneer deze noodzakelijk blijkt, zal beperkt negatief zijn. De aanwezige laagveengebieden kennen grondwaterstanden dicht aan maaiveld. Bemalen voor de aanleg van de locaties en ook de leidingen zal hier noodzakelijk zijn. Ook zijn deze laagveengebieden zettingsgevoelig. Bemalen binnen de laagveengebieden zal dus een negatief effect betekenen.

Voor het deelgebied Noord-Nederland, subgebied A voorziet waterbedrijf Vitens in de watervoorziening. Vitens onttrekt 100% van haar productiewater uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,07% van de totale productiesom op jaarbasis van Vitens. Daarmee is er sprake van een negatief effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Noord-Nederland, subgebied A omdat dit indirect bijdraagt aan een verlaging van de grondwaterstanden.

In deelgebied Noord-Nederland, subgebied A is vrijwel overal een geschikte watervoerende laag en een bovenliggende afsluitende laag aanwezig (Figuur 4.7). Daarmee is de ondergrond naar verwachting geschikt voor het gespannen onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening met een neutraal effect. Alleen het meest noordelijke deel van het deelgebied kent geen mogelijkheden als gevolg van het zoute karakter van het grondwater. Zeer lokaal zijn binnen het deelgebied locaties aanwezig waar geen afsluitende slecht doorlatende laag aanwezig is. Op deze specifieke locaties is bij het realiseren van een onttrekking een verlaging van de grondwaterstanden aan maaiveld te verwachten.

In dit deelgebied zijn geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8).

Het deelgebied kent diverse zandgronden waar vaak lokaal droogte een rol kan spelen. Het lozen van schoon water draagt hierbij aan de watervoerendheid van het watersysteem, en heeft daarmee een beperkt positief effect op natuur en grondwaterstanden.

Noord-Nederland, subgebied B

Het deelgebied Noord-Nederland, subgebied B bestaat voornamelijk uit veenkoloniën. Voor de veenkoloniën is onzeker of bemaling noodzakelijk zal zijn. Grondwaterstanden kunnen variëren binnen deze gebieden. Het risico op zetting is beperkt en geldt alleen wanneer er nog veenresten aanwezig zijn in de ondergrond. Het effect van een bemaling binnen de veenkolonie zal beperkt negatief zijn. Wel is onzeker of bemaling noodzakelijk zal zijn.

Voor het deelgebied Noord-Nederland, subgebied B voorziet waterleidingmaatschappij Drenthe in de watervoorziening. Waterleidingmaatschappij Drenthe onttrekt 100% van haar productiewater uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,8% van de totale productiesom op jaarbasis. Daarmee is er sprake van een negatief effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Noord-Nederland B omdat dit indirect bijdraagt aan een verlaging van de grondwaterstanden.

In dit deelgebied is vrijwel overal een geschikte watervoerende laag aanwezig (Figuur 4.7). Alleen is er veelal geen afsluitende slecht doorlatende laag aanwezig. Er geldt dus de mogelijkheid voor het onttrekken van freatisch grondwater ten behoeve van de voorbeeldwinning, maar dit zal gepaard gaan met negatieve effecten in de vorm van verlagingen van grondwater aan maaiveld.

In het deelgebied zijn geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8).

Het lozen van schoon water in dit deelgebied zal een beperkt positief effect betekenen voor de waterkwantiteit. Zowel de zandgronden als de veenkoloniën kunnen baat hebben bij een betere watervoerendheid van het watersysteem.

Noord-Nederland, subgebied C

Het deelgebied Noord-Nederland, subgebied C bestaat geheel uit zeekleigronden. In deze gronden is de grondwaterstand ondiep aanwezig (grondwaterstanden liggen tussen de 0,8 – 1,0 m-mv). Voor de aanleg van leidingen en de locaties zal dus bemaling noodzakelijk zijn. De aanwezigheid van klei- en veenlagen in de ondergrond maken de zeekleigebieden gevoelig voor ontwatering waarbij zetting kan optreden. Er is dan ook sprake van een negatief effect bij het bemalen binnen het deelgebied.

Voor dit deelgebied voorziet waterbedrijf Groningen in de watervoorziening. Waterbedrijf Groningen onttrekt 85% van haar productiewater uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,31% van de totale productiesom op jaarbasis. Daarmee is er sprake van een onbekend effect bij het gebruik van leidingwater in dit deelgebied, omdat niet is vast te stellen welke bron wordt gebruikt voor de watervoorziening van de voorbeeldwinning. Er is dus onduidelijk of er sprake zal zijn van een verlaging van de grondwaterstanden.

In het deelgebied zijn geen geschikte watervoerende pakketten in de ondergrond aanwezig die kunnen voorzien in de waterbehoefte door middel van een grondwateronttrekking (Figuur 4.7). Het effect op het grondwater is daarmee neutraal.

Er zijn in het deelgebied geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8).

Het lozen van schoon water in dit deelgebied zal een neutraal effect betekenen voor de waterkwantiteit. Het zeekleigebied heeft in de basis geen baat bij een betere watervoerendheid van het watersysteem.

Groene Hart

Het deelgebied het Groene Hart bestaat zowel uit laagveengebieden, droogmakerijen en rivierengebied. In al deze gebieden is sprake van ondiepe grondwaterstanden (tussen de 0,5 en 1,0 m-mv) en zal dus bemaling ten behoeve van het aanleggen van de locaties en leidingen noodzakelijk zijn. Dit zal een verlagend effect betekenen op de grondwaterstanden. In al deze zijn klei- en veenlagen in de grond aanwezig waarmee geldt dat bij bemalen er risico's bestaan op zetting. Het bemalen in het deelgebied het Groene Hart betekent dan ook een negatief effect.

Het deelgebied Groene Hart kent diverse leveranciers van drinkwater. Er wordt deels in water voorzien door Oasen, Vitens en Dunea. Vitens onttrekt hun productiewater geheel uit grondwater. Dunea onttrekt haar water juist geheel uit oppervlaktewater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,23% (Oasen), 0,07% (Vitens) en 0,13% (Dunea) van de totale productiesom op jaarbasis. Bij het gebruik van water afkomstig van Vitens is sprake van een negatief effect door de indirecte bijdrage aan grondwaterstandverlagingen. Het gebruik van water van Dunea en Oasen is neutraal. Voor het deelgebied als totaal geldt daarom een onbekend effect. In het westen van Nederland geldt dat zoet water steeds schaarser wordt tijdens droge perioden als gevolg van de toenemende verzilting.

In deelgebied het Groene Hart is vrijwel overal een geschikte watervoerende laag en een bovenliggende afsluitende laag aanwezig (Figuur 4.7). Daarmee is de ondergrond naar verwachting geschikt voor het gespannen onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening met een neutraal effect. In het meest westelijke deel van het gebied zijn de mogelijkheden als gevolg van het zoute karakter van het grondwater echter afwezig.

In het deelgebied het Groene Hart zijn diverse grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig met de potentie om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8). Hierbij is sprake van een neutraal effect.

Het lozen van schoon water in deelgebied het Groene Hart zal een neutraal effect betekenen voor de waterkwantiteit.

Laag Holland

Ook het deelgebied Laag Holland betreft voornamelijk een droogmakerij. Het gebied wordt nu op peil gehouden door het actief afvoeren van water. Het gebied is dan ook gekenmerkt door ondiepe grondwaterstanden tussen de 0,5 – 0,8 m-mv. Voor de aanleg van leidingen en de locaties zal dan ook bemaling noodzakelijk zijn. Doordat het vaak kwelgebieden betreffen waar van nature veel water in de ondergrond aanwezig is, zal de verspreiding van het effect op de grondwaterstand relatief beperkt zijn. Wel geldt dat het gebied zettingsgevoelig is als gevolg van de kleilagen in de ondergrond. Dit geldt ook voor de veengronden van de lokale laagveengebieden die aanwezig zijn. Het effect van bemalen is daarom in deelgebied Laag Holland negatief.

Het deelgebied Laag Holland wordt deels van water voorzien door PWN en deels door Waternet. Beide waterbedrijven onttrekken hun productiewater voornamelijk uit oppervlaktewater. Respectievelijk 22% en 27% is afkomstig uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,29% (PWN) en 0,3% (Waternet) van de totale productiesom op jaarbasis. Daarmee is er sprake van een onbekend effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Laag Holland. Het is onbekend of grondwater als bron dient voor de watervoorziening van de

voorbeeldwinning. In het westen van Nederland geldt dat zoet water steeds schaarser wordt tijdens droge perioden als gevolg van de toenemende verzilting.

In deelgebied Laag Holland is door de afwezigheid van een geschikt watervoerend pakket geen mogelijkheid voor het onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening van de voorbeeldwinning (Figuur 4.7).

In het deelgebied Laag Holland is het Markermeer en het Noordzeekanaal aanwezig als grote oppervlaktewaterlichamen met de potentie om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8). Hierbij is sprake van een neutraal effect.

Het lozen van schoon water in deelgebied Laag Holland zal een neutraal effect betekenen voor de waterkwantiteit. De droogmakerij heeft in de basis geen baat bij een betere watervoerendheid van het watersysteem.

Flevoland

Het deelgebied de Flevoland betreft een droogmakerij. Het gebied wordt nu op peil gehouden door het actief afvoeren van water. Het gebied is dan ook gekenmerkt door ondiepe grondwaterstanden tussen de 0,5 – 0,8 m-mv. Voor de aanleg van leidingen en de locaties zal dan ook bemaling noodzakelijk zijn. Doordat het vaak kwelgebieden betreffen waar van nature veel water in de ondergrond aanwezig is, zal de verspreiding van het effect op de grondwaterstand relatief beperkt zijn. Wel geldt dat het gebied zettingsgevoelig is als gevolg van de kleilagen in de ondergrond. Het effect van bemalen is daarom in het deelgebied Flevoland negatief.

Voor het deelgebied Flevoland voorziet waterbedrijf Vitens in de watervoorziening. Vitens onttrekt 97% van haar productiewater uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,07% van de totale productiesom op jaarbasis van Vitens. Daarmee is er sprake van een negatief effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Flevoland omdat dit indirect bijdraagt aan een verlaging van de grondwaterstanden.

In dit deelgebied is vrijwel overal een geschikte watervoerende laag en een bovenliggende afsluitende laag aanwezig (Figuur 4.7). Daarmee is de ondergrond naar verwachting geschikt voor het gespannen onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening met een neutraal effect. Alleen het meest noordelijke deel van het deelgebied kent geen mogelijkheden als gevolg van het zoute karakter van het grondwater. Zeer lokaal zijn binnen het deelgebied locaties aanwezig waar geen afsluitende slecht doorlatende laag aanwezig is. Op deze specifieke locaties is bij het realiseren van een onttrekking een verlaging van de grondwaterstanden aan maaiveld te verwachten.

In het deelgebied is het Ketelmeer aanwezig als groot oppervlaktewaterlichaam met de potentie om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8). Hierbij is sprake van een neutraal effect.

Het lozen van schoon water in deelgebied Flevoland zal een neutraal effect betekenen voor de waterkwantiteit. De droogmakerij heeft in de basis geen baat bij een betere watervoerendheid van het watersysteem.

Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden

Het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden bestaat geheel uit zeekleigronden. In deze gronden is de grondwaterstand ondiep aanwezig (grondwaterstanden liggen tussen de 0,8 – 1,0 m-mv). Voor de aanleg van leidingen en de locaties zal dus bemaling noodzakelijk zijn. De aanwezigheid van klei- en

veenlagen in de ondergrond maken de zeekleigebieden gevoelig voor ontwatering waarbij zetting kan optreden. Er is dan ook sprake van een negatief effect bij het bemalen binnen het deelgebied.

Voor het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden voorziet Evides in de watervoorziening. Evides onttrekt 9% van haar productiewater uit grondwater en gebruikt dus voornamelijk oppervlaktewater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,05% van de totale productiesom op jaarbasis van Evides. Er is sprake van een neutraal effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. In het westen van Nederland geldt dat zoet water steeds schaarser wordt tijdens droge perioden als gevolg van de toenemende verzilting.

In deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden is door de afwezigheid van een geschikt watervoerend pakket en/of de aanwezigheid van zout grondwater er beperkt mogelijkheid voor het onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening van de voorbeeldwinning (Figuur 4.7). Daar waar deze mogelijkheid wel bestaat is ook een afsluitende slecht doorlatende laag aanwezig zodat er gespannen grondwater kan worden onttrokken met een neutraal effect.

In het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden zijn diverse grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig met de potentie om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8). Hierbij is sprake van een neutraal effect.

Het lozen van schoon water in deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden zal een neutraal effect betekenen voor de waterkwantiteit. Het zeekleigebied heeft in de basis geen baat bij een betere watervoerendheid van het watersysteem.

Zuidvleugel

Het deelgebied Zuidvleugel bestaat geheel uit zeekleigronden. In deze gronden is de grondwaterstand ondiep aanwezig (grondwaterstanden liggen tussen de 0,8 – 1,0 m-mv). Voor de aanleg van leidingen en de productielocaties zal dus bemaling noodzakelijk zijn. De aanwezigheid van klei- en veenlagen in de ondergrond maken de zeekleigebieden gevoelig voor ontwatering waarbij zetting kan optreden. Er is dan ook sprake van een negatief effect bij het bemalen binnen het deelgebied.

Het deelgebied Zuidvleugel kent twee leveranciers van drinkwater. Er wordt deels in water voorzien door Oasen en deels door Dunea. Oasen onttrekt haar productiewater voor 9% uit grondwater. Dunea onttrekt haar water juist geheel uit oppervlaktewater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,23% (Oasen) en 0,13% (Dunea) van de totale productiesom op jaarbasis. Bij het gebruik van water afkomstig van Oasen is sprake van een neutraal effect. In het westen van Nederland geldt dat zoet water steeds schaarser wordt tijdens droge perioden als gevolg van de toenemende verzilting.

In deelgebied Zuidvleugel is door de afwezigheid van een geschikt watervoerend pakket en/of de aanwezigheid van zout grondwater er geen mogelijkheid voor het onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening van de voorbeeldwinning (Figuur 4.7).

In het deelgebied Zuidvleugel zijn diverse grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig met de potentie om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8). Hierbij is sprake van een neutraal effect.

Het lozen van schoon water in deelgebied Zuidvleugel zal een neutraal effect betekenen voor de waterkwantiteit. Het zeekleigebied heeft in de basis geen baat bij een betere watervoerendheid van het watersysteem.

Kust

Het deelgebied Kust is in relatie tot het grondwater in te delen in het duingebied en het gebied direct achter de duinen. In het duingebied zelf is het grondwater diep aanwezig. Bemaling bij het aanleggen van leidingen of een locatie is hier naar verwachting niet noodzakelijk. In het deelgebied direct achter de duinen zijn wel ondiepe grondwaterstanden (0,5-0,8 m-mv) aanwezig. Wel geldt dat deze gebieden veelal niet zettingsgevoelig zijn.

Het deelgebied Kust wordt deels van water voorzien door PWN, Dunea en Evides. Alle drie de waterbedrijven onttrekken hun productiewater voornamelijk uit oppervlaktewater. Respectievelijk 22%, 0% en 9% is afkomstig uit grondwater. Het afnemen van water t.b.v. de voorbeeldwinning zal ongeveer een omvang kennen van maximaal 0,29% (PWN), 0,13% (Dunea) en 0,05% (Evides) van de totale productiesom op jaarbasis. Daarmee is er sprake van een onbekend of neutraal effect bij het gebruik van leidingwater in deelgebied Kust. Wanneer waterbedrijf PWN in de waterbehoefte voorziet is het onbekend of hierbij sprake is van grondwater. In het westen van Nederland geldt dat zoet water steeds schaarser wordt tijdens droge perioden als gevolg van de toenemende verzilting.

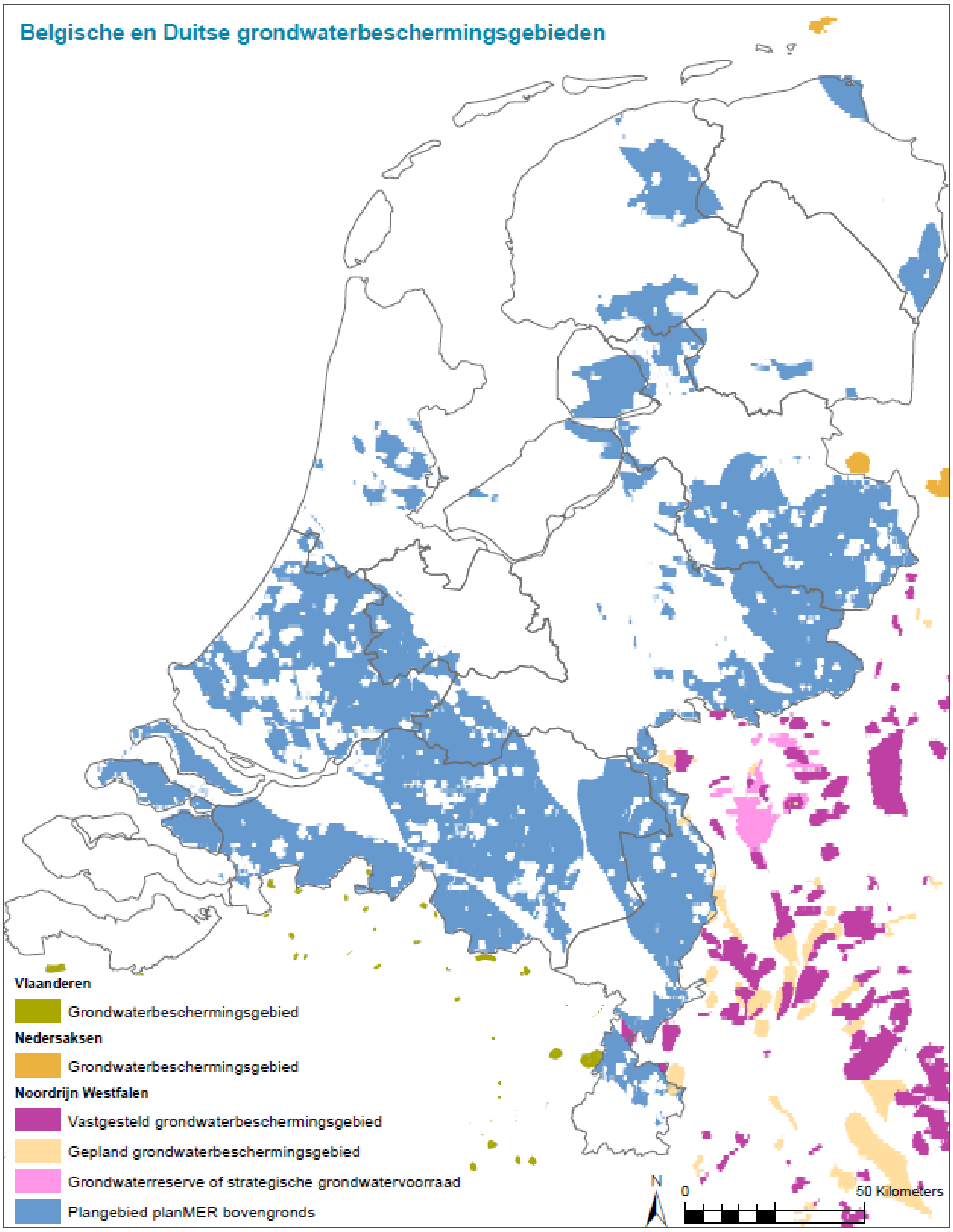
In deelgebied Kust is door de afwezigheid van een geschikt watervoerend pakket geen mogelijkheid voor het onttrekken van grondwater ten behoeve van de watervoorziening van de voorbeeldwinning (Figuur 4.7).

In het deelgebied Kust zijn geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien (zie Figuur 4.8).

Het lozen van schoon water in deelgebied Kust zal een neutraal effect betekenen voor de waterkwantiteit.

4.5 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

Het gebruik van leidingwater kan een grensoverschrijdend effect betekenen wanneer het betreffende waterbedrijf zijn water aan het grondwater onttrekt in de nabijheid van de Nederlandse grens. Wanneer de watervraag vanuit de voorbeeldwinning bijdraagt aan een grotere mate van onttrekken, kan dit een verdrogend effect hebben buiten de landsgrenzen. Uit de beoordeling blijkt dat er voor de deelgebieden die in de grensstreken liggen er een negatief effect te verwachten is. Een overzicht van de Belgische en Duitse grondwaterbeschermingsgebieden is weergegeven in Figuur 4.9.



Figuur 4.9 Belgische en Duitse grondwaterbeschermingsgebieden

Voor het direct onttrekken van grondwater in de nabijheid van de landgrenzen geldt dezelfde analogie. Het onttrekken van water vanuit het oppervlaktewater kent geen grensoverschrijdende effecten aangezien alle grote wateren vanuit het buitenland Nederland in stromen.

Ook het lozen van water kent om die reden geen effecten buiten de landsgrenzen. Vrijwel al het oppervlaktewater in Nederland stroomt richting zee en niet richting het buitenland op enkele lokale uitzonderingen na.

4.6 CUMULATIE

Cumulatie in ruimte

Voor cumulatie in ruimte is het uitgangspunt dat er twee of meer winningen, elk voorzien van twee boortorens, na elkaar in 1 deelgebied gerealiseerd worden. Na het boren en fracken van de eerste voorbeeldwinning (na ongeveer 10 jaar) zal er begonnen worden met het boren en fracken van de tweede voorbeeldwinning. De eerste winning bevindt zich na 10 jaar in de productie fase waarbij productiewater wordt geproduceerd. Dit productiewater zou eventueel opgeslagen en hergebruikt kunnen worden voor het boren en fracken van de tweede winning. De effecten voor drinkwatergebruik en onttrekking van grond- en oppervlaktewater zullen in de tweede voorbeeldwinning dus lager zijn.

Hierdoor zou de jaarlijkse- en piekwaterbehoefte verminderd kunnen worden. Dit betekent dat er meer water hergebruikt wordt en impliceert dus dat er meer water gezuiverd moet worden. Dit resulteert verder in een hogere slib productie. Indien het productiewater van de eerste winning niet hergebruikt wordt, zal de hoeveelheid te lozen gezuiverd afvalwater toenemen. Zowel met en zonder hergebruik zal in de winningsfase van de tweede winning het productiewater van de eerste en tweede winning gezuiverd en geloosd moeten worden. Het effect van lozen van afvalwater zal door de tweede winning toenemen.

In het geval van cumulatie van meer dan 2 voorbeeldwinningen in ruimte, zou het resulterend productiewater in principe voor de volgende winning hergebruikt kunnen worden. De kans dat productiewater in de praktijk wordt opgevangen om te bewaren voor een volgende frack activiteit neemt toe naar mate de tijdperiode tussen twee frack activiteiten korter is. Dit gerelateerd aan het benodigde potentieel grote en dure opslagvolumes.

Het eventueel afnemen van de jaarlijkse- en piekwaterbehoefte resulteert in een kleinere levering door het drinkwaterleidingnetwerk, een grondwateronttrekking of een onttrekking vanuit oppervlaktewater. Het lagere gebruik van drinkwater vanuit de bestaande waterbedrijven kan resulteren in een kleiner indirect negatief effect wanneer het betreffende waterbedrijf in haar water voorziet vanuit grondwater. Het onttrekken van een kleinere hoeveelheid grondwater kan een kleiner negatief effect betekenen voor de grondwaterstand. Het effect van het lager gebruik van oppervlaktewater blijft naar verwachting neutraal. Het lozen van het gezuiverde water blijft neutraal en zou in droge gebieden een groter positief effect kunnen hebben. Indien de twee voorbeeldwinningen ver van elkaar af liggen binnen een deelgebied, kan er een cumulerend effect optreden bij de afname van het drinkwaterbedrijf en het onttrekken van grondwater indien uit het hetzelfde grondwaterreservoir wordt onttrokken. Voor het lozen van afvalwater lijkt het cumulatieve effect beperkt.

Cumulatie in tijd

Bij cumulatie in tijd is het uitgangspunt dat er twee voorbeeldwinningen tegelijkertijd gerealiseerd worden met elk twee boortorens (dus vier boortorens tegelijkertijd). De jaarlijkse waterbehoefte zal hierdoor evenredig met het aantal winningen toenemen. De frackfase (drie weken) is maatgevend voor de piekbehoefte. Zolang de frackfase van de verschillende voorbeeldwinningen niet tegelijkertijd plaatsvindt, zal de piekbehoefte niet veranderen t.o.v. de piekbehoefte van één winning. Indien de frackfase van de verschillende voorbeeldwinningen gelijktijdig plaatsvindt, zal de piekbehoefte evenredig met het aantal winningen toenemen.

Het toenemen van de jaarlijkse- en piekwaterbehoefte resulteert in een grotere levering door het drinkwaterleidingnetwerk, een grondwateronttrekking of een onttrekking vanuit oppervlaktewater. Het hogere gebruik van drinkwater vanuit de bestaande waterbedrijven kan resulteren in een groter indirect

negatief effect wanneer het betreffende waterbedrijf in haar water voorziet vanuit grondwater. Het onttrekken van een grotere hoeveelheid grondwater kan een groter negatief effect betekenen voor de grondwaterstand. Het effect van het hoger gebruik van oppervlaktewater blijft naar verwachting neutraal. Het lozen van het gezuiverde water blijft neutraal en zou in droge gebieden een groter positief effect kunnen hebben.

4.7 GEVOELIGHEIDSANALYSE

In de voorbeeldwinning is een aantal uitgangspunten gehanteerd ten aanzien van watergebruik en afvalwaterproductie. In onderstaande tabel is de gevoeligheid van deze uitgangspunten voor de uitkomsten van de effectbeoordeling uitgewerkt.

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
Boorafstand verticaal	3.100 meter	De diepte van de boring is van invloed op de hoeveelheid boorvloeistof die nodig is. De verticale boorafstand kan toenemen tot maximaal 5.000 m. De benodigde boorvloeistof is beperkt ten opzichte van de totale waterbehoefte. De effecten van een wijziging in boordiepte zijn dus beperkt en leiden niet tot een aanpassing van de effectbeoordeling.
Boorafstand horizontaal	1.500 meter	De horizontale boorafstand kan worden verlengd (bijvoorbeeld tot 2.500 m) of worden verkort. De benodigde boorvloeistof is beperkt ten opzichte van de totale waterbehoefte. De effecten van een wijziging in boordiepte zijn dus beperkt en leiden niet tot een aanpassing van de effectbeoordeling.
waterverbruik frack methodiek slick	19.000 m^3 per put	In de praktijk zal de operator een specifieke hoeveelheid definiëren op basis van het benodigde aantal fracks. Aangezien er van een worst case benadering is uitgegaan, kan het waterverbruik in de praktijk lager uitpakken. De effectbeoordeling ten aanzien van drinkwater gebruik en onttrekking van grond- en oppervlaktewater zal dan positiever uitpakken.
waterverbruik frack methodiek crosslinked	4.000 m^3 per put	In de praktijk zal de operator een specifieke hoeveelheid definiëren op basis van het benodigde aantal fracks. Het aantal kan meer of minder zijn. Echter in de effectbeoordeling is uitgegaan van een worstcase scenario, behorende bij de frack methodiek slick. Indien de crosslinked methodiek wordt toegepast zal de effectbeoordeling ten aanzien van drinkwater gebruik en onttrekking van grond- en oppervlaktewater positiever uitpakken.
Flowback water	30% van frack injectie water	In de praktijk kent de hoeveelheid flowback water een spreiding tussen 15 en 35%. Indien de hoeveelheid flowback water afneemt zal er minder water gezuiverd hoeven te worden, maar is ook minder water voor hergebruik beschikbaar.
Productie water	5 m^3 per put en dag	In de praktijk hangt de hoeveelheid productiewater sterk af van hoe droog of nat de schalielaag is. Daarnaast is de verwachting dat dit ook afhangt van het type frack methodiek. (Indien er meer water wordt geïnjecteerd voor fracken zal er ook meer productiewater terugstromen, omdat het productiewater voor een gedeelte uit frack water bestaat. Ervaringen in de VS geven een range van 0,6 – 5 m^3

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
		per put en dag. EBN verwacht voor de Nederlandse situatie geen productiewater. In de effectbeoordeling is nu uitgegaan van een worst case scenario. Indien de hoeveelheid productiewater lager is zal het effect van lozing op oppervlaktewater positiever uitpakken. Echter zal de hoeveelheid water beschikbaar voor hergebruik afnemen en kan het effect voor drinkwatergebruik, grond en oppervlaktewater onttrekking langer voort duren.
Hergebruik flowback	90%	Indien het flowback water een slechtere waterkwaliteit heeft of qua tijdsinterval niet past op het gebruik in een volgende frack, dan bestaat er de mogelijkheid dat er minder water zal worden hergebruikt. Dit impliceert dat de hoeveelheid te lozen afvalwater zal toenemen. Gelet op de effectbeoordeling is niet te verwachten dat dit tot een andere beoordeling zal leiden.

Tabel 4.14 Gevoeligheidsanalyse watervoorziening en afvoer

Schalieolie
In Bijlage 5 zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven. Op hoofdlijnen is er een beperkt aantal verschillen. Schalieolie moet naar het oppervlak gepompt worden en gas stroomt naar het oppervlak. De behandelingsinstallatie van olie wijkt af van die van gas en de afstand van de behandelingsinstallatie naar het transportnetwerk of een afnamepunt zal bij olie gemiddeld groter zijn dan bij gas. Deze verschillen zijn naar verwachting niet van invloed op de effectbeoordeling voor watervoorziening en waterafvoer. De analyse en beoordeling uit dit hoofdstuk zijn dus ook van toepassing op de winning van schalieolie.

4.8 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

Analyse van de bevindingen en conclusies uit het TNO rapport betreffende de water gerelateerde mitigerende maatregelen (2014), impliceert dat de voorbeeldwinning opgesteld voor het planMER op basis van de meest recente literatuur en wereldwijde praktijkervaringen, volledig up-to-date en toepasbaar voor de Nederlandse omstandigheden is. De voorbeeldwinning houdt rekening met de uitgangspunten uit het Halliburton/EBN rapport uit 2011. De water gerelateerde aspecten van de voorbeeldwinning zijn verder gebaseerd op de Nederlandse omstandigheden en houden goed rekening met de bestaande (leemten in) kennis, vooral wat betreft de bodemsamenstelling van de Posidonia Schalie Formatie en het Geverik Laagpakket, en het daaraan gerelateerd effect op vereiste waterkwantiteit en –kwaliteit. Dit levert direct en/of indirect effect op de waterzuiveringsaspecten en de resulterende effluent en reststromen, dus ook het potentieel effect op het milieu.
De door TNO geanalyseerde en beschreven mitigerende maatregelen voor water gerelateerde vragen werden beschouwd als/waar van toepassing. Er werd gekozen voor een realistische, state of the art aanpak, die representatief is voor de wereldwijde praktijk, en daardoor zo veel mogelijk een reëel beeld oplevert voor inschatting van het potentieel effect op het milieu.

Waterzuivering:
In Nederland is er ruim voldoende kennis en ervaring met waterzuiveringstechnieken, die in aanmerking komen voor:
- het zuiveren van bronwater (mits die niet voldoet aan de kwaliteitseisen van toepassing voor de gehanteerde frack methode, vooral voor de cross linked frack methode), en

- het zuiveren van terugstromend flowback en produced water tot waterkwaliteit geschikt voor hergebruiksdoeleinden, met of zonder verdunning met bron water van betere kwaliteit;
- het zuiveren van terugstromend flowback en productiewater tot waterkwaliteit geschikt voor hoogwaardig hergebruiksdoeleinden (ontzilt, gedemineraliseerd water, geschikt voor bv. stoomaanmaak), lozen en/of injectie in de diepe ondergrond.

In Nederland zou voor frack doeleinden zeer waarschijnlijk gebruik van drinkwater gemaakt kunnen worden; dit is ook het uitgangspunt voor het planMER. De benodigde hoeveelheden water voor frack doeleinden zijn een klein deel (percentage) van het geproduceerde drinkwater, dus zouden binnen de normale productie- en bedrijfsvoeringomstandigheden opgevangen kunnen worden.
Voor het zuiveren van terugstromend flowback en productiewater zou gebruik gemaakt kunnen worden van fysieke scheidingsmethodes (screening, bezinking, flotatie, filtratie) aangevuld met waterdesinfectie. Eventueel voorkomende hogere zoutgehaltes zouden het hergebruik van terugstromend water kunnen beperken. In dat geval zou het water verdund met bron (drink)water kunnen worden. In uiterst geval zou het water ontzout kunnen worden door de toepassing van state of the art membraan of thermische ontzilting technieken.

Voor het zuiveren van water voor hoogwaardige hergebruiksdoeleinde of lozing zou gebruik gemaakt kunnen worden van state of the art membraan of thermische ontzilting technieken. Voor injectie in de diepe ondergrond zou gebruik gemaakt kunnen worden van technieken die zorgen voor waarborging van ongestoorde injectie; dit is sterk afhankelijk van de waterkwaliteit en gestelde eisen aan het te injecteren water; hiervoor zouden fysisch-chemische technieken tot en met ontziltingstechnieken gebruikt kunnen worden.

In de voorbeeldwinning is uitgegaan van gebruik van drinkwater voor de aanmaak van frack vloeistof. Verder is rekening gehouden met fysisch-chemische zuivering van terugstromend flowback en productiewater door middel van conventionele technieken gebaseerd op filtratie, voor frackwater hergebruiksdoeleinden. Voor lozing van stromen met een verhoogde zoutconcentratie is er rekening gehouden met state of the art ontzilting technieken (membraan technologie voor water met een zoutgehalte t/m 50,000 mg/L en thermische ontzilting technieken voor water met hogere zoutgehaltes). Voor het planMER iser verder rekening gehouden met resulterende water en slib stromen uit deze processen, met name met betrekking tot transport en stort effecten.

Water management: De toepassing van moderne puttenveld ontwikkelingsmethodes en technieken impliceren de behoefte voor een passend, flexibel en overkoepelend watermanagement plan, die de risico’s gerelateerd aan waterwinning, frack water (her)gebruik, lozen en/of injectie in belangrijke maten kan verkleinen.

Binnen het planMER is gekeken naar zowel decentrale waterzuiveringsinstallatie- (dicht bij een, of meerdere putten – een putten cluster), als naar een centrale waterzuiveringsinstallatie- variant.
Er is rekening gehouden met de logistiek van de ontwikkeling van het puttenveld en de variatie van de behoefte aan bronwater voor boor en frack activiteiten in de tijd. Dezelfde geldt voor de variatie van de hoeveelheid te verwerken terugstromend flowback en productiewater in de tijd voor hergebruik en/of lozing. Dit resulteert in de behoefte om tijdens de putten exploitatie verschillende zuiveringstechnieken toe te passen. Als resultaat hiervan komen er gedurende de puttenexploitatie verschillende hoeveelheden en types van water en slib, die afgehandeld moeten worden.

Deze beschouwingen staan in de basis van het watermanagement plan, die moet zorgen voor een zo efficiënt mogelijk (her)gebruik van bron water en terugstromend flowback en productie water. Op deze

manier worden de potentieel negatieve effecten op het milieu geminimaliseerd. Aanbevolen wordt om in vervolgprocedures in het kader van een locatiekeuze en vergunningaanvraag een watermanagement plan op te nemen om specifieke effecten te beoordelen en waar mogelijk te mitigeren.

4.9 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Ten aanzien van het gebruik van drinkwater is de beoordeling op basis van expert judgement uitgevoerd. Hierbij is uitgegaan van waar de verschillende waterbedrijven hun productiewater aan onttrekken. Wanneer zowel gebruik gemaakt wordt van oppervlaktewater als grondwater als bron, kan gekozen worden welke bron het betreffende waterbedrijf inzet voor de watervoorziening.

Ten aanzien van de hoeveelheid te lozen afvalwater is de voornaamste leemte in kennis de hoeveelheid terugstromende water uit de schalielaag. Het flowback- en productiewater wat terug naar het oppervlak stroomt wordt beïnvloed door de eigenschappen van de schalielaag. Er is nog onvoldoende kennis over de eigenschappen van de schalielagen. De kwaliteit en kwantiteit van het flowback- en productiewater kan hierdoor nog niet met zekerheid worden vastgesteld en is o.a. afhankelijk van de nog onvoldoende kennis over de:

- temperatuur;
- zoutconcentratie;
- natte of droge schalie;
- hoeveelheid condensaat.

In het evaluatieprogramma en nader onderzoek zal dit dienen te worden opgenomen

.

5 Bodem en grondwaterkwaliteit

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het aspect bodem en grondwaterkwaliteit beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Inleiding (paragraaf 5.1)*
- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 5.2)*
- *Beschrijving beleidskader (paragraaf 5.3)*
- *Beschrijving beoordelingskader (paragraaf 5.4)*
- *Effectbeoordeling per deelgebied (paragraaf 5.5)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 5.6)*
- *Cumulatie (paragraaf 5.7.1)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 5.7.2)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 5.8)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 5.9)*

5.1 INLEIDING

5.1.1 GEBEURTENISSEN MET EFFECT OP GRONDWATER

Dit hoofdstuk richt zich vooral op de effecten die de schaliegaswinning kan hebben op de grondwaterkwaliteit. De effecten op de vaste bodem zijn geringer van omvang, en moeten bovendien volledig worden hersteld. De vaste bodem komt wel in het beoordelingskader voor gebeurtenissen aan maaiveld aan de orde.

Bij een correcte uitvoering van de schaliegaswinning, treedt geen emissie op naar het grondwater. Bij een correcte uitvoering moet er sprake zijn van vooronderzoek en ontwerp zonder lacunes, en een uitvoering waarbij bovendien geen van de installatie onderdelen bezwijkt en er geen menselijke fouten worden gemaakt. In de praktijk is een volledige kartering van de ondergrond niet mogelijk, en is van tijd tot tijd sprake van emissies omdat installatieonderdelen niet voldoen.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijke ongewenste gebeurtenissen (calamiteiten) in het gehele proces van de schaliegaswinning in zowel de ondergrond als op het maaiveld, waarna vervolgens voor de belangrijkste categorieën gebeurtenissen beoordelingskaders en effectbeschrijvingen worden opgesteld.

De volgende categorieën ongewenste gebeurtenissen worden uitgewerkt:

- Verticale migratie van gassen en vloeistoffen door breuken;
- Verspreiding vloeistoffen en gassen vanuit diepe ondergrond door falende putintegriteit;
- Ongewenste gebeurtenissen aan maaiveld.

5.1.2 BESCHRIJVING ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN

Zoals gezegd, kan ondanks alle onderzoek, voorzieningen en maatregelen in de praktijk sprake zijn van ongewenste gebeurtenissen, zoals lekkages, breken van barrières en transport langs breukzones. In deze paragraaf wordt aan de hand van een schema van de schaliegaswinning aangegeven op welke plaats in

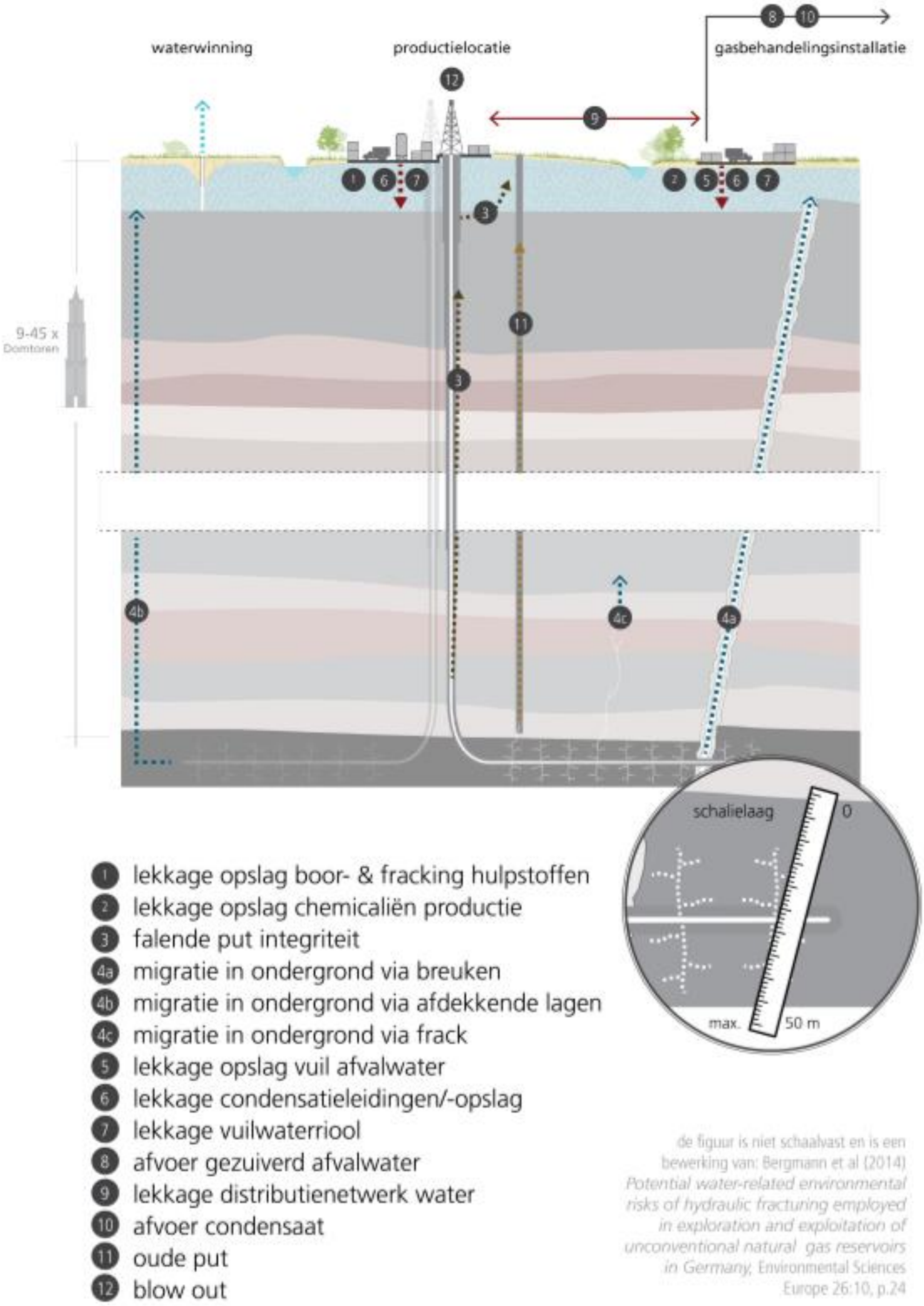
het proces bodembedreigende stoffen kunnen vrijkomen. Dit schema is weergegeven Figuur 5.1 en afgeleid van Bergman et al., Gordalla et al. (2013) en ervaringen uit de olie en gaswinning.

Achtereenvolgens heeft dit (verdeeld over de verschillende fasen in de tijd) betrekking op de volgende gebeurtenissen:

1. Lekkage bij de aanvoer, opslag of bereiding van boor en frackvloeistoffen en chemicaliën voor dehydratie.
2. Lekkage bij de aanvoer en opslag van chemicaliën op de gasbehandelingsinstallatie voor de behandeling van afvalwater en het behandelen van gas (bv. glycolen).
3. Falen van de putintegriteit. Dit kan falen zijn van de well casing of de cementering, met als gevolg uitstroom van frackvloeistof, flowback, olie, gas, (zout)formatiewater in watervoerende lagen, In paragraaf 5.2.1.2 wordt hier nader op ingegaan.
4. Verticale migratie van gas, olie, frackvloeistof of formatiewater door breuken en formatie als gevolg van verspreiding via fracks en onder hoge druk.
5. Lekkage van de vuilwateropslag op de gasbehandelingslocatie
6. Lekkage bij het transport en opslag van condensaat (leidingen, tanks). Deze kunnen zich zowel op de productie- als de gasbehandelingslocatie bevinden.
7. Lekkage vuilwaterriolering. Bij het reinigen van de voorzieningen kan bijvoorbeeld verdund condensaat in de bedrijfsriolering terecht komen. Vaak lekt de riolering bij aansluitingen en overgangen.
8. Lekkage afvoer gezuiverd afvalwater. Het gezuiverde afvalwater wordt primair gerecycled, maar tijdens de productie ontstaat een overschot, en is afvoer noodzakelijk. Dit kan via leidingen of per as.
9. Lekkage distributienetwerk. Schoon of gezuiverd water wordt (vooral tijdens boren en fracken) van de gasbehandeling naar de productielocatie getransporteerd. Flowback en produced water wordt opgeslagen, eventueel gerecycled en/of getransporteerd naar de gasbehandeling. Dit kan per as of per leiding (verschilt per situatie)
10. Afvoer condensaat. Het condensaat is een geconcentreerd aardolieproduct dat in tanks wordt opgeslagen en met tankauto's wordt afgevoerd.
11. Lekkage oude putten. Boringen tot in de schalielaag kunnen lekkage veroorzaken als gevolg van drukopbouw tijdens het fracken, of verlaten schaliegasbronnen door spanningsverschillen.
12. Blow out, tijdens een blow out kunnen grote hoeveelheden olie-gas-formatiewater worden uitgestoten uit het boorgat.

Risico's voor bodem en grondwater, kansen en gevolgen

In Tabel 5.1 is voor de hierboven geïdentificeerde gebeurtenissen een inschatting gemaakt van de kans dat de gebeurtenis zich voordoet, de omvang van de emissie, de maatgevend gekozen stof en een beknopte toelichting. De kansen zijn kwalitatief ingeschat. Dat is voldoende om de maatgevende gebeurtenissen te selecteren. In uitbreiding op de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming wordt rekening gehouden met calamiteiten. Waar de NRB spreekt van een verwaarloosbaar bodemrisico, is in de tabel een kleine kans opgenomen, afhankelijk van het feit of de door de NRB voorgeschreven voorzieningen ook bescherming kunnen bieden tegen een calamiteit.



Figuur 5.1 Potentiële verspreidingsroutes bodembedreigende stoffen in het proces van schaliegaswinning

Nr	Gebeurtenis	Kans[1] op emissie	Emissie[2] [m³]	Samenstelling (zie bijlage 5)	Toelichting
1	Lekkage boor- frack-dehydratie vloeistof	Klein	1-10	Boor- frack- en dehydratie vloeistoffen	Zichtbaar en beperkt tot verharding locatie
2	Lekkage chemicaliënopslag	Klein	1-25	Hulpstoffen waterzuivering en gasbehandeling	Zichtbaar en beperkt tot verharding locatie
3	Falen put integriteit	Groot	5-50	Boor- en frackoplossingen	Zie uitwerking bij putintegriteit en verticale migratie, paragraaf 5.5
4	Verticale migratie	Klein	Zie paragraaf 5.2.1	Frackvloeistof, formatiewater en gassen	
5	Lekkage opslag vuil afvalwater	Gemiddeld	1-500	Frackvloeistof, produced water en formatiewater	Zichtbaar, calamiteit niet uitgesloten vanwege grote hoeveelheden[D]
6	Lekkage condensaatleidingen/opslag	Klein	0,1-5	Gascondensaat (vnl. koolwaterstoffen)	Zichtbaar, voldoet aan NRB
7	Lekkage vuilwaterriolering	Groot	10-100	Opgelost condensaat/produced water	Riolering is niet zichtbaar en aansluitingen kwetsbaar
8	Afvoer gezuiverd water	Gemiddeld	10-100	Gezuiverd water	Beperkt
9	Lekkage distributienetwerk	Gemiddeld	5-25	Flow Back, frackvloeistof en Produced water	Mogelijk omvangrijk en diepe impact bij langdurige ongemerkte lekkage
10	Afvoer condensaat	Klein	5-25		Lokaal bij ongeluk tankauto
11	Lekkage oude put	Klein	100-1000	Formatiewater	Zie toelichting putintegriteit
12	Blow out	Klein	1000-10.000	Olie/gas/formatiewater	Grootschalige belasting maaiveld omgeving

1 Indicatie van de kans dat een emissie optreedt naar de omgeving, op schaal van de voorbeeldwinning
Groot: een of enkele malen per voorbeeldwinning.
Gemiddeld: een of enkele malen per deelgebied/landschapstype (10-50 voorbeeldwinningen)
Klein: een of enkele malen op nationale schaal bij maximale winning
2 De omvang van de emissie is aangenomen op basis van inhoud opslagvaten en tankauto's, of afgeleid van literatuur data.

Tabel 5.1 Indicatie van de kans dat een emissie optreedt naar de omgeving, op schaal van de voorbeeldwinning

Toelichting kansenschatting:

1. De kans dat boor- of frackvloeistoffen in het milieu komen als het gevolg van de activiteiten op de locatie wordt klein geschat. De activiteiten moeten voldoen aan de NRB (verwaarloosbaar

bodemrisico) en emissies zijn direct zichtbaar. De NRB voorzieningen betreffen bijvoorbeeld vloeistofdichte vloeren of organisatorische maatregelen, en reduceren ook de kans op een calamiteit.

2. Idem
3. De kans dat de put integriteit faalt, is gebaseerd op praktijkdata en bedraagt ruwweg 3-4 % (Davies, et al., 2014). De kans dat vervolgens watervoerende pakketten worden getroffen is afhankelijk van de dikte van deze lagen en dus de locatie van de boring
4. Afhankelijk van de locatie en breuken in de ondergrond
5. De kans dat de primaire voorziening faalt, is vergelijkbaar met 1. Alleen de hoeveelheden zijn groter, en de kans dat de emissie de omgeving bereikt is groter, mogelijk treedt dichtheidsstroming in de bodem op.
6. De handling speelt zich volledig af conform NRB, bv. bovengrondse leidingen en dubbelwandige tanks of met opvangvoorziening. De NRB spreekt dan van een verwaarloosbaar bodemrisico. De voorzieningen zullen ook het risico op een calamiteit significant verkleinen.
7. Het vuilwaterriool is niet zichtbaar en lekkages worden laat opgemerkt. In de praktijk van olie-en gaslocaties worden met enige regelmaat emissies waargenomen, zeker als sprake is van een zettinggevoelige bodem.
8. Er is een kans dat bij de afvoer van gezuiverd afvalwater emissies optreden, De concentraties verontreinigende stoffen zijn beneden de lozingsnormen en derhalve laag.
9. Het transport van produced water kan per as of per leiding. Bij beiden is kans aanwezig dat a. de vrachtwagen zijn lading verliest, of b. de leiding van (van 5 km) al dan niet ongemerkt lekt. Gezien de schaal van een voorbeeldwinning en de tijdsduur van de activiteit is sprake van een gemiddelde kans. Produced water bevat veel opgeloste stoffen en kan zwaarder zijn dan grondwater en zich snel verticaal verspreiden.
10. Het condensaat wordt per as afgevoerd. Dit gebeurt minder frequent dan het produced water. Het condensaat is lichter dan water en zal zich verticaal minder verplaatsen door het grondwater.
11. Doet zich alleen voor tijdens de frackfase en is afhankelijk van de directe nabijheid van een oud, intact boorgat, en daarom zeer klein.
12. Wordt beschreven in paragraaf 5.4.2

Maatgevende componenten vloeistoffen

In de praktijk worden tot 1000 verschillende hulpstoffen gebruikt voor het fracken van schalieformaties (RIVM, 2014). Ook de componenten die worden aangetroffen in produced water zijn talrijk. In Bijlage 5 is een overzicht gemaakt van vaak voorkomende samenstellingen in de verschillende fasen van de schaliegaswinning. Een evaluatie van de toxiciteit en invloed op grondwater en drinkwater is gegeven door Gordalla et al. (2013). Als maat voor de toxiciteit hanteren Gordalla et al. (2013) het aantal malen dat de concentratie in de frackvloeistof van de betreffende hulpstof zich boven de wettelijke drinkwaternormen of WHD drinkwater richtlijnen bevindt (in het artikel ook wel verdunningsfactor genoemd). Dit aantal bedraagt voor de beschouwde frackvloeistoffen 10.000 tot 100.000. Niet altijd zijn drinkwaternormen bekend. In dat geval zijn door Gordalla et al. vergelijkbare, indicatieve waarden gehanteerd. In het artikel wordt opgemerkt dat het in de toekomstige praktijk mogelijk is om aanzienlijk milieuvriendelijkere alternatieven te gebruiken.

Voor de beschouwing van de effecten op de bodem- en grondwaterkwaliteit zijn voor deze planMER de meest persistente, mobiele en toxische componenten gekozen uit Bijlage 5.5. Dit is een worst case benadering. Er wordt van uit gegaan dat de impacts van andere componenten vallen binnen de gevolgen van deze stoffen.

- Biocide Glutaaraldehyde; concentratie in frackvloeistof tot 37 mg/l, voor biocides wordt in de EU een drinkwaternorm gehanteerd van 0,1 µg/l.

- Kleistabilisator tetramethylammoniumchloride; concentratie in frackvloeistof 854 mg/l, geen toxiciteitsdata bekend, kan volgens Gordalla et al. (2013) het grootste volume grondwater beïnvloeden tot boven de drinkwaternormen.
- Benzeen, komt voor in produced water tot 100mg/l, en in hogere concentraties in condensaat. Kent strenge toetsingswaarden Bodembescherming en eveneens lage drinkwaternormen <1,0 µg/l. Het is een probleemstof op veel olie en gaslocaties.

5.1.3 DRINKWATER

Bescherming grondwater bestemd voor drinkwaterbereiding van groot belang
61% van het Nederlandse drinkwater wordt bereid uit grondwater. Dit water is van een goede kwaliteit en behoeft daarom weinig zuivering. De bescherming van de grondwatervoorraden die bestemd zijn voor de drinkwaterbereiding is daarom van het allerhoogste belang. Bij een goede naleving van de voorschriften zullen in een normale, ideale situatie geen emissies optreden naar het grondwater. In de praktijk kunnen voorzieningen echter falen, of gedragen de bodem en ondergrond zich anders dan verwacht. Om die reden is het nodig om de grondwatervoorraden voor menselijke consumptie te beschermen.

Uitsluiting zones met grondwatervoorraden voor menselijke consumptie
De beste mogelijkheid om de grondwatervoorraden te beschermen is het fysiek uitsluiten van de bodembedreigende activiteit, in dit geval de schaliegaswinning. In dit planMER is ervoor gekozen om boringen naar schaliegas uit te sluiten in grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones direct rond een winning. Regionale boringsvrije zones (Zuidelijk Flevoland, Salland en midden Limburg) die zijn bedoeld voor de bescherming van strategische voorraden worden wel betrokken in het studiegebied van dit planMER (zie deel A planMER, 4.2.2). Door het uitsluiten van schaliegasboringen in de de grondwaterbeschemingsgebiedne en de lokale boringsvrije zones, is op de korte en middellange termijn sprake van een borging van de kwaliteit van het grondwater. Voor de langere termijn geldt dat tijd beschikbaar is om met monitoring en indien nodig sanering of beheersing de bronnen te beschermen en/of de verontreiniging weg te nemen. Dit is ook het principe waarop de huidige grondwaterbeschermingsgebieden zijn gebaseerd.

De grondwaterbeschermingsgebieden zijn echter van oorsprong berekend uitgaande van emissies op maaiveld. Het verdient aanbeveling om voor een eventueel concreet initiatief in de projectMER na te gaan of de grondwaterbeschermingsgebieden ook evenredige bescherming bieden voor emissies op diepte in het watervoerende pakket. Grondwaterbeschermingsgebieden zijn namelijk niet 3-dimensionaal vastgelegd.

Migratie van verontreinigingen vanuit de diepe ondergrond
Horizontale boringen op grote diepte onder de waterwinningen zijn niet uitgesloten. Daardoor zouden ondanks de uitsluiting op maaiveldniveau de schaliegasvoorraden kunnen worden geëxploiteerd. De risico's van verticale migratie van gassen en vloeistoffen moeten vooral door goed vooronderzoek tot een minimum worden teruggebracht. In verticale zin bedraagt de afstand tussen de schalielagen en de watervoerende lagen, uitgezonderd een kleine zone in Zuid-Limburg en een strook op de grens tussen Noord- en Zuid-Holland, meer dan 1000 m. Daarmee is de kans op verticale migratie van frackvloeistoffen tot in de watervoerende lagen te verwaarlozen, indien voldoende afstand tot breuken met een verzet tot in of nabij de watervoerende pakketten in acht wordt genomen. De verticale migratie van gassen (voornamelijk methaan) kan op voorhand niet worden uitgesloten. Gassen vormen echter geen bedreiging voor de drinkwaterkwaliteit, maar hebben wel consequenties voor de drinkwaterbereiding. Ze komen ook van nature voor in het grondwater, waarbij het niet duidelijk is of ze van ondiepe oorsprong (veenlagen) of diepe oorsprong zijn.

Het daadwerkelijk optreden van verticale migratie van gassen, het mogelijk voorkomen van trihalomethanen en de consequenties voor de drinkwaterbereiding behoeven nog nader onderzoek.

Bescherming strategische grondwatervoorraden en nationale grondwaterreserves
Op dit moment vindt in het kader van de totstandkoming van de Structuurvisie Ondergrond (STRONG) de afweging plaats of, en zo ja waar gebieden worden aangewezen als strategische grondwatervoorraden en Nationale grondwaterreseves. Omdat dit onderzoekt nog loopt kan er in dit planMER nog geen rekening gehouden worden met de aanwezigheid van strategische grondwatervoorraden en nationale grondwaterreserves. Wel is voor de deelgebieden inzichtelijk gemaakt in welke mate effecten optreden als gevolg van de schaliegaswinning.
In gebieden waar sprake is van overlap tussen de diepe grondwatervoorraden en de schaliegasvoorkomens is een afweging nodig van deze ondergrondbelangen. Als zodanig kan de effectbeoordeling in het planMER worden gebruikt bij de afweging van functies in het kader van de Structuurvisie Ondergrond.

5.2 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

5.2.1 DIEPE ONDERGROND

Bij schaliegaswinning bestaat het risico dat vloeistoffen en gassen zich verticaal kunnen verspreiden vanuit de diepe ondergrond naar de watervoerende pakketten:
(a) via verplaatsing van vloeistoffen en gassen door de scheidende lagen tussen de potentieel gashoudende schalie en ondiepere watervoerende pakketten,
(b) via fracks,
(c) via (sub)verticale breuken,
(d) via de boorput en
(e) via (oude) niet goed afgedichte boorputten

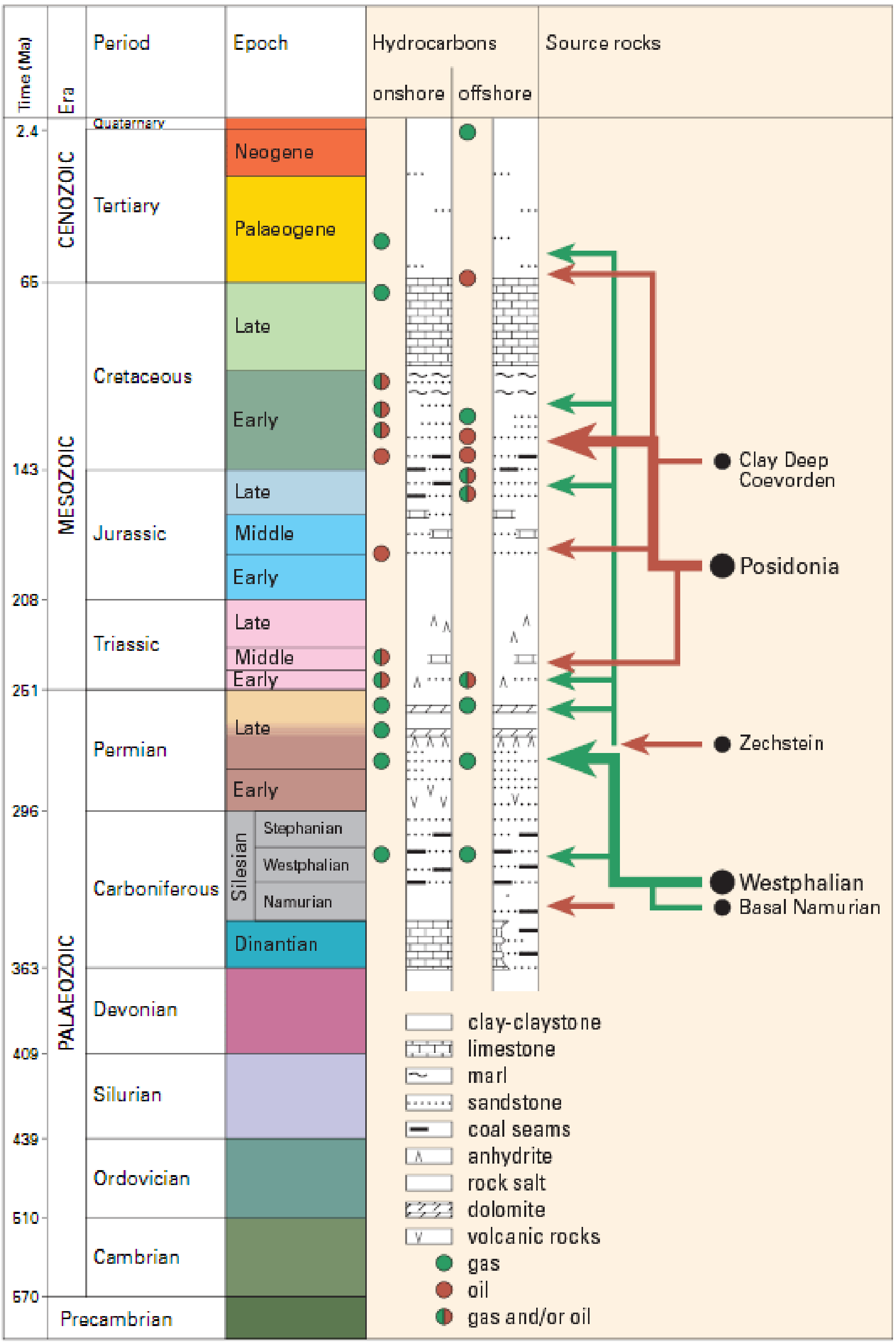
In deze paragraaf wordt beschreven of en hoe dergelijke processen in de ondergrond van Nederland plaatsvinden, en of ze een effect hebben op het grondwater in de situatie zonder schaliegaswinning. Het grondwater bevindt zich in watervoerende pakketten. Grondwater dat wordt onttrokken uit daartoe aangewezen grondwaterbeschermingsgebieden wordt bereid tot drinkwater.

Ligging watervoerende pakketten
De watervoerende pakketten bestaan in Nederland voornamelijk uit Tertiaire en Pleistocene zanden en grindlagen. In Zuid-Limburg wordt een belangrijk watervoerend pakket gevormd door doorlatende delen van de kalksteen van de Formaties van Maastricht en Gulpen die uit het Krijt dateren. Deze watervoerende pakketten strekken zich tot een gemiddelde diepte van circa 200 meter uit. Binnen de gebieden waar potentieel schaliegas voorkomt, is deze diepte geringer in Twente, de Achterhoek en Noord-Limburg en overwegend groter (200 tot 300 m) in de Roerdal Slenk en het West-Nederland Bekken. Plaatselijk komen daar watervoerende pakketten voor tot meer dan 300 m diepte en in het Limburgse deel van de Roerdal Slenk plaatselijk meer dan 700 m diepte, waar zanden van de Formatie van Tongeren en kalksteen van de Formatie van Maastricht tot grote diepte voorkomen.

5.2.1.1 *VERTICALE VERPLAATSING OLIE EN GASSEN VANUIT DE SCHALIELAGEN*

Het aardgas en aardolie dat in Nederland wordt gewonnen heeft een aantal gas- en oliemoedergesteenten. Voor het aardgas zijn dit voornamelijk Westfalien (Carboon) steenkoollagen en in mindere mate het

Geverik Laagpakket en verder Boven-Jurassiche en Onder-Krijt steenkoollagen van de Delfland Subgroep in het West-Nederlands Bekken. De Posidonia Schalie Formatie vormt het belangrijkste oliemoedergesteente. De olie uit het Schoonebeek veld heeft de Onder-Krijt lacustriene (meer) afzettingen van de Coevorden Formatie als moedergesteente.



Figuur 5.2 Olie- en gasreservoirs en moedergesteenten (Bron: NLOG)

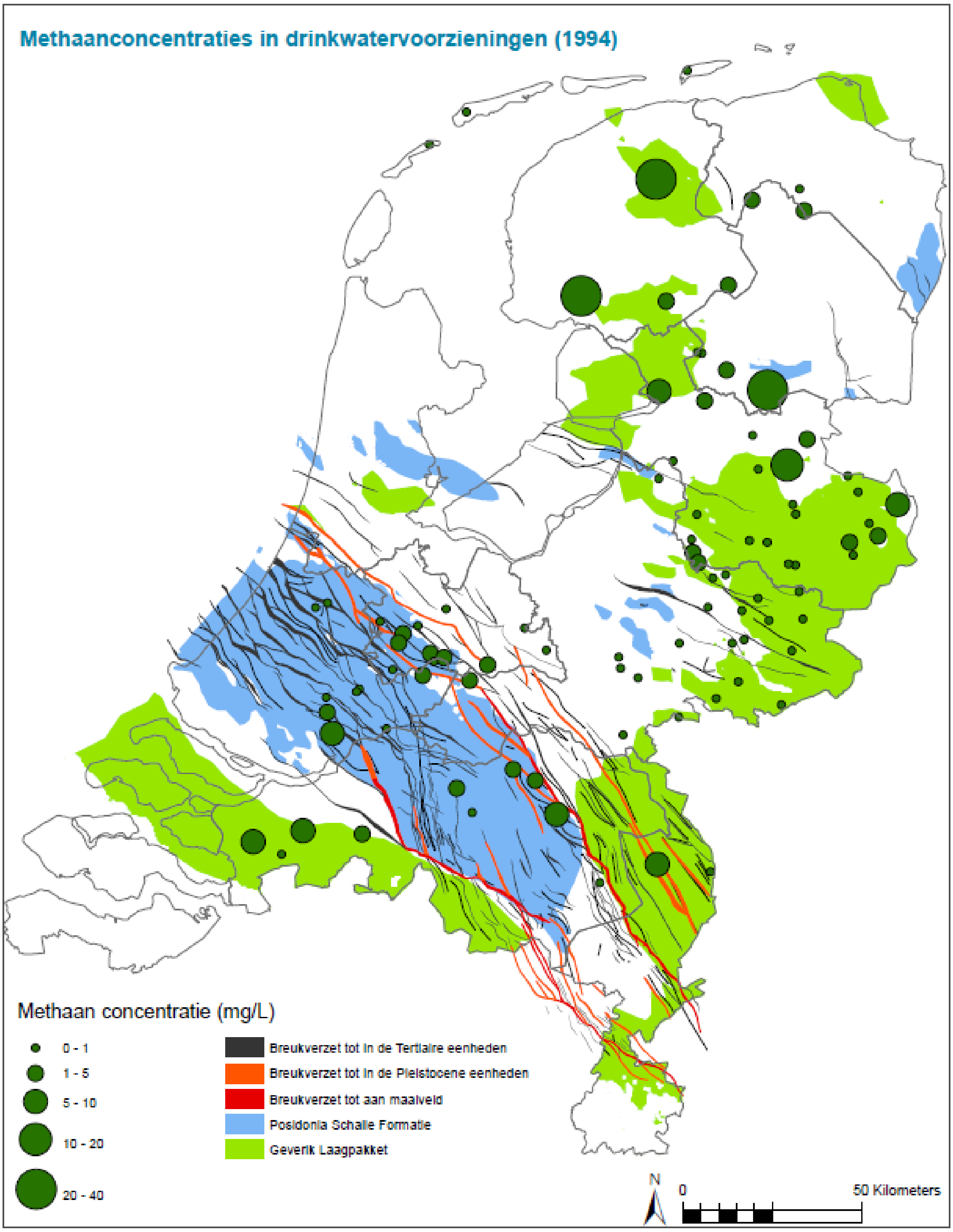
De in de moedergesteenten gevormde olie en gas heeft zich in de loop van miljoenen jaren verplaatst naar ondiepere lagen. Deze verplaatsing verliep voornamelijk via breuken, bijvoorbeeld langs afgeschoven breukblokken, tot het olie en gas in poreuze lagen (bv. zandsteen) onder afsluitende lagen (bv. steenzout) werd gevangen. Dit petroleumsysteem is geïllustreerd in Figuur 5.2 waaruit te zien is hoe gas en olie zich door vrijwel de hele geologische kolom hebben bewogen via breuken.

Olie en gas bewegen aldus onder natuurlijke omstandigheden vanuit o.a. het Geverik Laagpakket en de Posidonia Schalie Formatie via breuken naar ondiepere geologische lagen, tot zelfs in Tertiaire afzettingen.

In Figuur 5.3 zijn methaanconcentraties weergegeven die zijn gemeten in het grondwater dat bij drinkwaterwinningen wordt gewonnen (bron: HYCA database, (Mendizabel, et al., 2011)). Methaan kan in grondwater in hoge concentraties voorkomen. Het voorkomen van moerasgas of brongas is een bekend verschijnsel in de polders en droogmakerijen. Veel van dit gas heeft een biogene oorsprong door verrotting van organisch materiaal uit Tertiaire en Kwartair afzettingen. Aardgas, zoals afkomstig uit steenkoollagen heeft een thermogene oorsprong.

In Figuur 5.3 is geen onderscheid te maken tussen methaan van biogene (“moerasgas”, recent door bacteriën uit bijvoorbeeld veenlagen geproduceerd gas) en thermogene (door hoge temperatuur en druk uit steenkoollagen in de diepe ondergrond, veelal dieper dan 1000 m, ontstaan gas) oorsprong. Wat wel opvalt, is dat langs de randen van de Roerdal Slenk en het West Nederland Bekken in de zones waar breuken vanuit de Posidonia Schalie Formatie en het Geverik Laagpakket tot in Tertiaire eenheden of zelfs tot aan het maaiveld doorlopen, hoge concentraties methaan in het grondwater zijn waargenomen. Dit lijkt te suggereren dat gasmigratie vanuit de diepe ondergrond via breuken tot in de watervoerende pakketten die voor de drinkwatervoorziening worden gebruikt ook in de huidige situatie plaatsvindt.

Schroot en Schüttenheim (2003) hebben laten zien dat er in de Noordzee ondiepe gasvoorkomens zijn en dat er lekkages van biogeen en thermogeen aardgas naar de zeebodem optreedt. Dit gas vormt op sommige plaatsen in de zeebodem “gasfonteinen”.



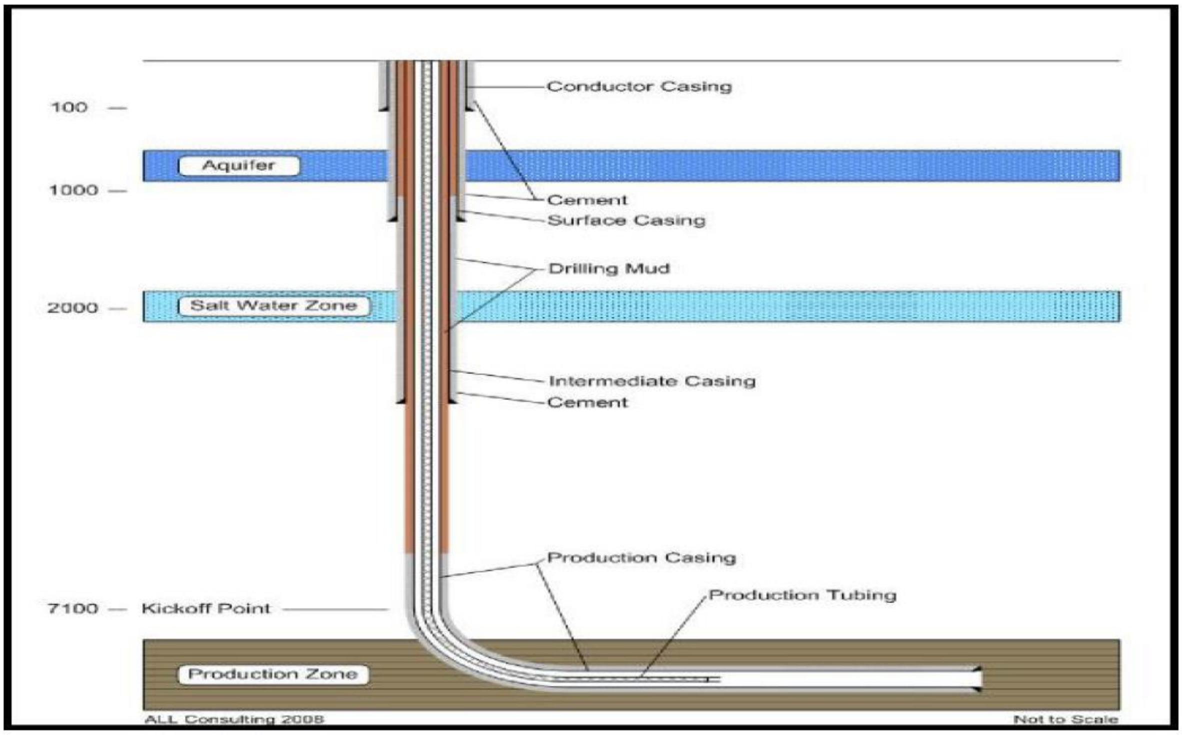
Figuur 5.3 Methaanconcentraties in drinkwatervoorzieningen (Bron: HYCA database)

De conclusie is dat van nature olie en gas zich vanuit de moedergesteenten (schalielagen) naar ondiepere afzettingen verplaatsen. Deze verplaatsing loopt voornamelijk via breuken. Waar deze breuken tot in Tertiaire en Pleistocene watervoerende pakketten reiken, kan ook thermogeen methaan in het grondwater worden verwacht. Voor zover bekend is geen aardolie in watervoerende pakketten aangetroffen dat zich via deze route heeft verspreid.

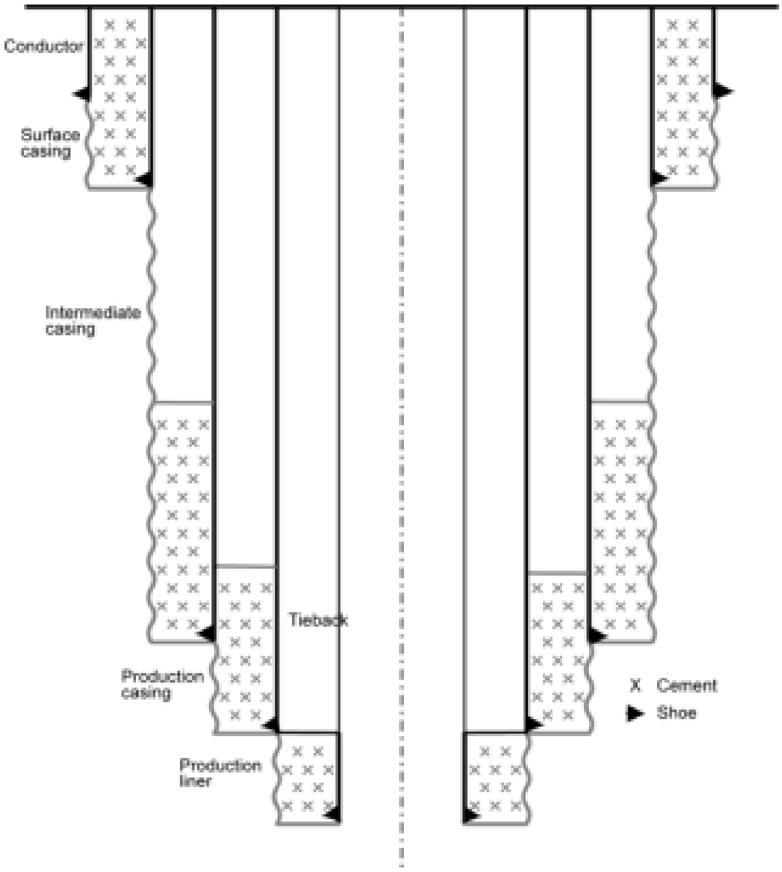
5.2.1.2 PUTINTEGRITEIT

Wat is put- of boorgatintegriteit?
Witteveen & Bos (2013) stelt "onder integriteit van het boorgat wordt verstaan dat het boorgat is aangelegd op een manier zodat het ongepland ontsnappen van gas of vloeistof naar de atmosfeer of naar omliggende formaties voorkomen wordt. Een van de belangrijkste aandachtpunten hierbij is de bescherming van het grondwater. In principe zijn de standaarden voor de integriteit van het boorgat voor schaliegaswinning niet anders dan die voor conventionele winningen."

Hoe wordt boorgatintegriteit gewaarborgd?
De boorgat integriteit wordt gewaarborgd door tijdens het boren stalen buizen (casings) in het boorgat te plaatsen en de ruimte tussen de boorgatwand en de casing (deels) te vullen met cement. Nadat een casing tot een bepaalde diepte is geplaatst en is gecementeerd, wordt het boorgat met een kleinere diameter verder uitgeboord, waaraan weer een casing en cementering worden aangebracht. Hierdoor kan het bovenste deel van het boorgat door bijvoorbeeld 4 casings en cementeringen zijn gescheiden van de omringende bodemlagen.



Figuur 5.4 Principeschema van de verbuizing van een schaliegasboring (Halliburton, 2011).



Figuur 5.5 Principeschema van de verbuizingen met casing (rechte verticale lijnen), casing shoes, cementering. De golvende lijn geeft de boorgatwand weer. Waar tussen de boorgatwand of verschillende casings geen cement is geplaatst, is deze ruimte opgevuld met boorspoeling (Petrowiki, 2014)

Op grotere diepte wordt niet telkens een casing vanaf het maaiveld tot deze diepte geplaatst, maar wordt een zogenaamde "liner" afgehangen van de onderkant van de diepste casing. Dit heeft als voordeel dat er minder verbuizingstaal nodig is en later een grotere productieleiding geïnstalleerd kan worden en later een grotere productieleiding geïnstalleerd kan worden. Er is echter wel een risico dat het cement niet goed rond de aansluiting van de casing en liner kan vloeien. In de praktijk wordt de afsluitende werking van het cement in iedere fase gecontroleerd door een overdruk op het boorgat aan te brengen. Daarnaast kunnen metingen in het boorgat worden uitgevoerd om de volledigheid van het aangebrachte cement te verifiëren. Ook kunnen met deze boorgatmetingen de hechting van het cement aan de casing- en boorgatwand worden geverifieerd.
Verder worden verschillende afsluiters toegepast die een ongewenste uitstroming van vloeistoffen of gassen moeten voorkomen. De belangrijkste is de blow out preventer (BOP), een serie automatische afsluiters die bij een plotselinge drukverandering in het boorgat het boorgat afsluiten. Deze BOP is wettelijk verplicht. Deze voorzieningen vormen barrières tegen verspreiding van vloeistoffen of gassen naar omliggende lagen of naar de atmosfeer.

Standaarden en regelgeving

Het Mijnbouwbesluit en de Mijnbouwregeling stellen regels voor o.a. het aanleggen van boorgaten en de inrichting en het buiten gebruik stellen van putten. In het besluit en de regeling wordt vrij gedetailleerd beschreven hoe de verschillende barrières moeten worden aangelegd, getest, onderhouden en eventueel gerepareerd. Ook het afdichten van buiten gebruik te stellen putten wordt gedetailleerd beschreven.

Voorts zijn er een groot aantal "industrie standaarden", die geen juridische status in Nederland hebben, maar de praktijk van de olie- en gasindustrie beschrijven. Voorbeelden zijn NPR-ISO/TS 16530-2:2014 en (Putintegriteit - Deel 2: Putintegriteit voor de gebruiksfase), gepubliceerd op 01-09-2014. Deze heeft in Nederland de status van Nederlandse praktijkrichtlijn (NPR). Verder zijn er NORSOK D-10, (Standards Norway, 2013); Recommended guidelines for Well Integrity No.: 117 (Norwegian Oil and Gas Association, 2011); OP069 - Well Integrity Guidelines, (Oil & Gas UK, 2012) en diverse American Petroleum Institute (API, 2007) standaarden en specificaties.

Falen van barrières
In de Engelstalige literatuur over problemen met put-/boorgatintegriteit wordt daarom een onderscheid gemaakt tussen
a. het falen van deze barrières (well barrier failure); een probleem met één van de voorzieningen, zonder dat dit tot een (detecteerbaar) lek naar de omgeving leidt, en
b. het falen van de put/boorgat integriteit (well integrity failure), waarbij de barrières falen en wél een lekkage naar de omgeving (bv. grondwater, oppervlaktewater, bodem en gesteentelagen, atmosfeer) optreedt (zie bv. (King & King, 2013); (Davies, et al., 2014)).

In deze studie wordt verder een onderscheid gemaakt tussen boorgatintegriteit, de integriteit en veiligheidsmechanismen tijdens het boren, putintegriteit, de integriteit van de productieput en die van de verlaten put.

Davies et al. (2014) beschrijven de verschillende routes waarlangs vloeistoffen en gassen via een gecementeerde put kunnen verspreiden.
- het cement kan niet goed aansluiten op het omringende gesteente;
- het cement kans niet goed aansluiten op de casing;
- het cement kan doorlatend zijn of gebarsten;
- beweging langs een breuk waardoor de put is geboord kan het cement en de casing aantasten; corrosie van de casings.

Russell Hall beschrijft op zijn blog (Hall, 2012) hoe tijdens het boren binnen een casing of liner deze uitgesleten kan raken, vooral bij een verandering van boorrichting of boordiameter. Deze zwakke plekken kunnen scheuren en in plaats van de casing te vervangen worden deze scheuren meestal door cementering gedicht.

King en King (2013) beschrijven de duurzaamheid van de verschillende barrières van productieputten. Afdichtingen (packoff) en pluggen tussen diverse verbuizingen onderling en de boorgatwand hebben een matige duurzaamheid. De duurzaamheid van kleppen, ventielen en afsluiters worden beschreven als matig tot hoog. De casings met cement, hangers en pijpen hebben volgens King en King (2013) een hoge tot zeer hoge duurzaamheid, mits corrosiebestrijding wordt toegepast.

Via de genoemde routes door de barrières kunnen vloeistoffen (water, olie) en gassen (methaan uit steenkoollagen) vanuit het omringende gesteente de boorput binnendringen, maar ook andersom kunnen vloeistoffen (boorvloeistof, frack fluid, formatie water) en gassen vanuit de boorput naar de omgeving verspreiden. Een derde onwenselijk effect kan zijn dat grondwater van verschillende samenstellingen en kwaliteiten (bv. zout en zoet grondwater) langs een slecht gecementeerde of lekkende put kan mengen.

Er zijn in verschillende landen inventarisaties uitgevoerd naar het falen van barrière en boorgat/putintegriteit, zowel bij conventionele olie- en gasputten als schaliegas en –olieputten en

afvalwater injectieputten. Davies et al. (2014) hebben een uitgebreid overzicht van deze inventarisaties gepubliceerd, waaronder een studie in Nederland. Helaas wordt in alle studies alleen melding gemaakt van problemen met de putintegriteit, maar wordt niet aangegeven in hoeveel gevallen dit ook daadwerkelijk leidt tot een emissie naar de omgeving.

In 2008 heeft het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) besloten onderzoek doen naar de integriteit van olie- en gasputten naar aanleiding van het resultaat van een inspectieproject van de Petroleum Safety Authority (PSA) in Noorwegen. De PSA constateerde tijdens een steekproef bij ongeveer vierhonderd boorputten, dat er bij achttien procent van de putten sprake was van zwaktes en onzekerheden op het gebied van putintegriteit. Van de geïdentificeerde putten was één-derde buiten bedrijf (shut in). Veel van de operators die in Noorwegen werken, zijn ook in Nederland actief.

In 2008 hebben de PSA en het SodM een pilot project uitgevoerd om de integriteit te evalueren van 31 putten in Nederland, waarbij de Noorse industriestandaard NORSOK D-010 (Standards Norway, 2013) is gebruikt om te onderzoeken of deze ook in Nederland kan worden toegepast (Vignes, 2011).

Voor het Nederlandse deel van de studie zijn 10 verschillende operators benaderd waarvan random een aantal putten geselecteerd met als doel van iedere operator een gas-, een olie-, een water- en een condensaat producerende put en een water injectieput te evalueren. Afgesloten buiten gebruik gestelde putten zijn niet meegenomen in het onderzoek.

De resultaten laten zien dat 13% van de 31 geselecteerde putten integriteitsproblemenhadden. 4% van de productieputten (1/26) en 60% van de injectieputten (3/5) had putintegriteitsproblemen. De productieputten betroffen allemaal gasproductieputten, geen integriteitsproblemen zijn gemeld met olieproductieputten. In 3% van de gevallen waren de integriteitsproblemen zodanig dat de put gesloten is (shut in). Dit betrof allemaal water injectieputten. Een vergelijking met de ouderdom van de putten suggereert dat de ouderdom de belangrijkste factor is in het falen van de putintegriteit, maar door het kleine aantal putten in het onderzoek is de onzekerheid groot (Vignes, 2011).

SodM heeft op het onderzoek gereageerd, bijvoorbeeld in een presentatie voor de NOGEPA op 10 juni 2010. SodM heeft laten weten dat tijdens de selectie van de putten bewust putten zijn meegenomen waarvan SodM wist dat deze putten integriteistproblemen kenden. Deze putten waren al eerder op basis van een meldingsverplichting vanuit de Mijnbouwregeling aan SodM gemeld. Zulke meldingen gepaard met reparatieplannen.Vanwege het pilot karakter van dit project is bewust gekozen om zulke putten te betrekken in het project.Geconcludeerd werd dat de steekproef te klein was en, mede door het bewust betrekken van putten waarvan bekend was dat deze integriteitsproblemen hadden, niet representatief. Hierdoor zijn de resultaten voor de olie- en gasputten niet eenduidig. De corrosieproblemen bij gasputten zouden zijn opgelost door casings van Cr13 staal te gebruiken. De olieputten in Nederland zijn geen uit zichzelf stromende putten en vormen een gering probleem. De waterinjectieputten zijn over-gerepresenteerd met een factor 10 in het onderzoek, dat wel op serieuze corrosieproblemen bij de waterinjectieputten wees.

Geconcludeerd wordt dat op basis van een beperkte steekproef een groot percentage integriteitsproblemen bij olie-, gasputten en waterinjectieputten is geconstateerd. Deze problemen hebben in een enkel geval tot een shut in geleid. Er zijn geen gevallen bekend van grondwaterverontreiniging die door het falen van boorgatintegriteit zijn ontstaan. Het onderzoek betreft alleen conventionele olie- en gasputten, geen schaliegasputten.

Blow out

Tijdens de boring moet het gewicht van de boorvloeistof voldoende groot zijn om deze druk op te vangen. Als dit niet zo is, kunnen gassen en vloeistoffen omhoog stromen. Het omhoog komen van formatiewater of gas wordt een kick genoemd. Wanneer een kick wordt geconstateerd wordt meestal de samenstelling van de boorvloeistof aangepast (bv. zwaarder gemaakt) en het probleem kan hiermee worden verholpen. In sommige gevallen kan de uitstroom niet op deze manier worden gecontroleerd en treedt een ongecontroleerde uitstroom van gas, olie, water of boorvloeistof op: een blow out.

Olie- en gasputten zijn uitgerust met blow out preventers (BOP). Deze mechanismen zullen in het geval van een onverwachte drukverandering de casings en boorpijp afsluiten. Falen deze mechanismes, dan is er sprake van een blow-out. De onder druk staande gassen en vloeistoffen kunnen echter ook via een zwakke plek in de putconstructie naar ondiepere lagen, bijvoorbeeld een watervoerend pakket, verspreiden. In dat geval is er sprake van een ondergrondse blow out.

Op het vasteland van Nederland is er tweemaal sprake geweest van een blow out. In 1965 heeft de boorput van een verkenningsboring naar aardgas bij 't Haantje (bij Sleen) 81 dagen gassen, boorvloeistof en water gespoten, voordat deze put via een 'relief well' (een put die schuin naar de spuitende put wordt geboord) kon worden afgedicht. Naar aanleiding van dit incident zijn lessen getrokken over de noodzaak van het gebruikt van casings. In 1976 heeft een olieproductieput in Schoonebeek 3 dagen lang stoom, zand en olie uitgestoten. Hierbij ging het om een put in een oliereservoir waar via stoominjectie olie werd gewonnen.

De conclusie is dat bij conventionele olie- en gaswinning op het vasteland van Nederland in het verleden blow-outs hebben plaatsgevonden. Dit zijn echter zeer zeldzame gebeurtenissen, waaruit lessen zijn getrokken die helpen blow-outs te voorkomen. Het risico op een blow out bij aanboren van een schalie is verwaarloosbaar klein, omdat het gas in de schalie zit opgesloten, en alleen met fracken kan worden vrijgemaakt.

Oude en Verlaten putten

Buiten gebruik gestelde putten kunnen een risico opleveren wanneer het cement en de casings of de afdichting van de put zelf (meestal een cementplug) worden aangetast door grondwater of vloeistoffen en gassen in de put zelf. De Mijnbouwregeling van 2003 schrijft voor dat voordat een put buiten gebruik wordt gesteld, deze gevuld moet zijn met een vloeistof van een zodanig soortelijk gewicht dat iedere in de put te verwachten druk kan worden weerstaan en van een zodanige samenstelling dat corrosie wordt voorkomen. Dit voorschrift gaat echter niet in op het voorkomen van aantasting van het cement en de casing van buitenaf.

Er zijn op het vasteland van Nederland meer dan 4000 diepe boringen voor exploratie en productie van olie, gas, steenkool, zout en geothermische energie geregistreerd. De oudste boringen dateren uit de 19^{e} en begin 20^{e} eeuw (vanaf 1857-1930) voornamelijk ten behoeve van geologische verkenning, steenkool- en steenzout exploratie en deze reiken meestal niet dieper dan 1000 m. vanaf de jaren '40 zijn er veel boringen voor olie- en gasexploratie en productie uitgevoerd. De boringen werden ook tot steeds grotere diepte uitgevoerd. Tot 1966 zijn in totaal meer dan 800 van deze (geregistreerde) boringen uitgevoerd. In 1965 trad een blow-out op bij een gasexploratieboring bij 't Haantje. Naar aanleiding van deze gebeurtenis trok de toenmalige inspecteur-generaal der mijnen de gevolgtrekking dat bij boringen op onbekende of nog niet voldoende verkende structuren, aan het verbuizingsschema nog zwaardere eisen moesten worden gesteld dan die welke tot dusverre in Nederland golden. Voor deze datum waren er weliswaar al wel eisen aan verbuizingen en afwerkingen van putten, maar deze eisen waren veelal doelstellend van aard en zijn daarna met voorschrijvende regels aangevuld. De inrichting van aardgas- en aardolieputten is in een

Nadere Regel op het Mijnreglement 1964 (MR'64), van 18-10-1967 (Stcrt. 1967, 124) gereguleerd. Geconstateerd wordt dat de verbuizing en afwerking van putten voor en na de Nadere regel van 1967 kan verschillen.

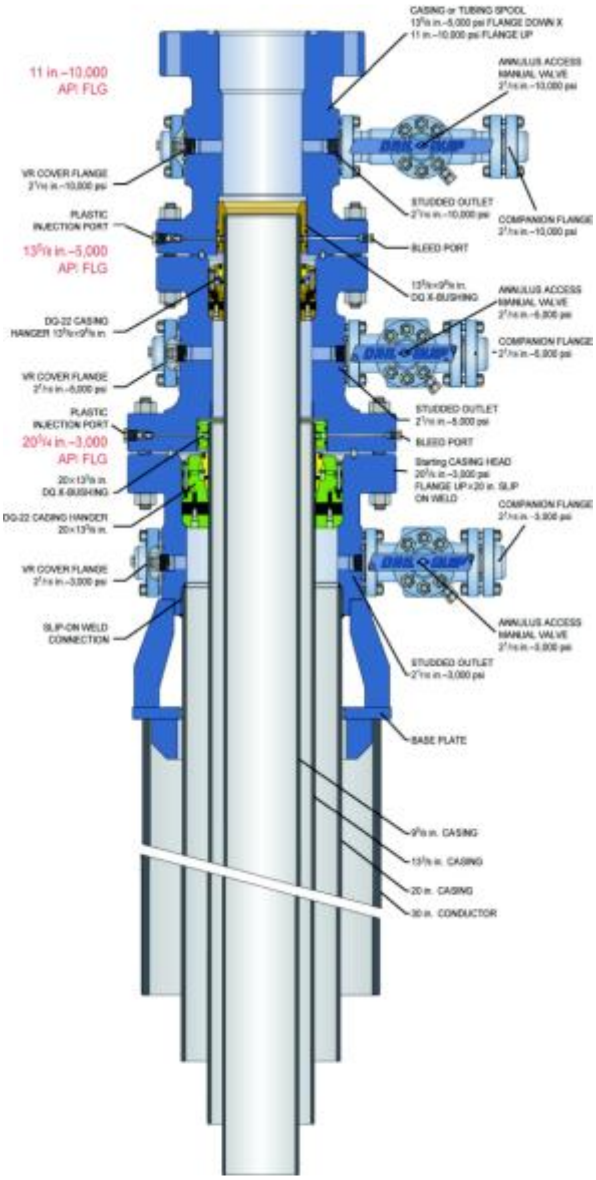
Vanaf 1820 geven King en King (2013) een overzicht van de operationele normen en het bijbehorende verontreinigingsrisico voor olie- en gasputten in de VS (Figuur 5.6). De praktijk heeft in Nederland lang die van de VS gevolgd. Op basis van deze inschatting leveren de boringen van de periode van de eerste aantallen boringen naar koolwaterstoffen in veelal de jaren ’40 tot het voor midden jaren ’70 van de vorige eeuw een laag tot matig (moderate) risico op voor verontreiniging via de putconstructie.

TABLE 3—APPROXIMATE TIMELINE FOR POLLUTION POTENTIAL BY ERA

Time Era Approximation	Operation Norms	Era Potential For Pollution From Well Construction
1820s to 1916	Cable-tool drilling; no cement isolation; wells openly vented to atmosphere.	High
1916 to 1970	Cementing isolation steadily improving.	Moderate
1930s to present	Rotary drilling replacing cable tool; pressure-control systems and well-containment systems developed.	Moderate
1952 to present	Hydraulic fracturing commercialized; reduced the number of development wells and required better pipe, couplings, and cement isolation (Clark 1987; Sugden et al. 2012).	Low from fracturing aspects (King 2012)
Mid-1960s to 2000	Gas-tight couplings and joint makeup improving.	Moderate for vertical wells, joint designs improving for horizontal wells.
Mid-1970s to present	Cementing improvements, including cement design software; data on flow at temperature; dynamic cementing; swelling cement; flexible, gas-tight; and self-healing cements entering market (Baumgarte et al. 1999; Beirute et al. 1992; Lockyear et al. 1990; Parcevaux and Sault 1984; Ravi et al. 2002a, b; Chenevert and Shrestha 1991; Holt and Lahoti 2012).	Lower
1988 to present	Multiple-fracture horizontal wells; pad drilling reducing environmental land footprint up to 90%. Improvements in lower-toxicity chemicals from late 1990s.	Lower
2005 to present	Well-integrity assessments; premium couplings; adding additional barriers and cementing full strings (Valigura and Tallin 2005).	Lower, particularly after 2010 when state laws were strengthened on well design.
2008 to present	Chemical-hazard and endocrine disruptors recognized in fracturing chemicals and sharply reduced. Real-time well-integrity needs being studied to achieve early warning and problem avoidance.	Lowest yet, most states caught up with design and inspection requirements.

Figuur 5.6 Ontwikkeling van verontreinigingsrisico via boorputten in de tijd uit King en King (2013).

De druk boven de boorvloeistof wordt aan de putkop gemeten. Een toenemende druk is een goede maat voor gaslekkage vanuit de omliggende formaties door de boorgatwand en casings en het daartussen aangebracht cement of boorvloeistof.



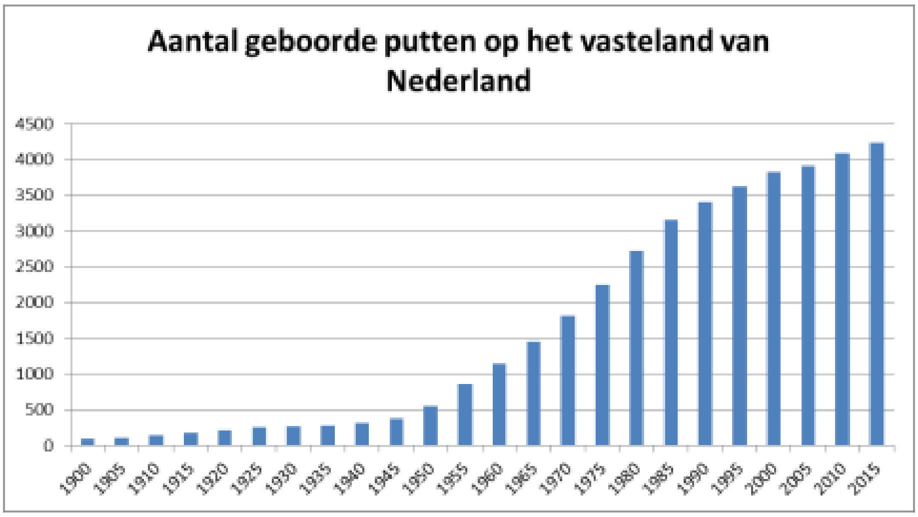
Figuur 5.7 Voorbeeld van een putkop, met verschillende kleppen waar de druk in de annulus gemeten kan worden en verschillende poorten waardoor druk afgelaten kan worden. (Bron: (Petrowiki, 2014)

Brufatto et al. (2003, pp. 62-76) laten een duidelijk verband zien tussen deze toenemende druk (en dus gaslekkage via de put naar het maaiveld) en de ouderdom van de putten voor putten in de Golf van Mexico. Na circa 15 jaar hebben de onderzochte putten 50% kans op een toegenomen annulaire gasdruk (sustained casing pressure, SCP, of sustained annular pressure, SAP). Brufatto et al. (2003, pp. 62-76) en Davies et al. (2014) wijten deze putintegriteitsproblemen aan krimpen van de cementering tussen de verschillende casings en eventuele corrosie van de casings zelf.

Volgens artikel 8.4.4. van de Mijnbouwregeling moet de annulaire druk van producerende, injecterende en ingesloten putten worden gecontroleerd. Bij afwijkingen in annulaire drukken moet de inspecteur-generaal der mijnen worden ingelicht en een onderzoek worden ingesteld naar de oorzaak en eventueel te nemen maatregelen. Deze verplichting geldt niet voor verlaten putten en het is ook niet bekend of in Nederland bij oude, verlaten putten een toename van de annulaire druk is geconstateerd. Het is in Nederland overigens wel praktijk om na het buitengebruikstellen eerst een periode te monitoren op de eventuele opbouw van annulaire druk, voordat een put definitief buitengebruik wordt gesteld door het

afsnijden ervan onder het maaiveld. Deze goede praktijk wordt door individuele mijnondernemingen op eigen initiatief betracht.

Er zijn meer voorbeelden (bv. http://gekengineering.com/Downloads/Free_Downloads/Cementing.pdf) te vinden, die aangeven dat met toenemende ouderdom van de putten, problemen met de cementering toenemen. Ongeveer de helft van de geregistreerde boringen voor olie-, gas-, steenkool-, steenzout- en geothermische energie exploratie en productie (ruim 2000 stuks), dateert van voor 1975 (Figuur 5.8). Gezien de bovenstaande inventarisaties en beoordelingen van oude putten en de ontwikkeling van technieken en normen in de tijd, moet geconcludeerd worden dat het aannemelijk is dat een groot aantal oude putten (vooral die van voor 1975) een potentieel risico opleveren van verticale verspreiding van gassen en vloeistoffen via deze putten.



Figuur 5.8 Aantallen geboorde putten in Nederland. (Bron: NLOG)

Schaliegasputten

Er zijn geen schaliegasputten in Nederland geboord. Daarom kan de referentiesituatie met betrekking tot putintegriteit voor schaliegasputten niet voor Nederland worden beschreven. Recente studies uit de VS wijzen erop dat het voorkomen van verhoogde methaanconcentraties in grondwater dichtbij (<1km) van schaliegasputten het resultaat is van het lekken van gas via de boorput (route 3 in Figuur 5.1 en Tabel 5.1), waarschijnlijk vanuit ondiepere formaties dan de schalie waaruit gas gewonnen wordt, of door slecht geconstrueerde casings vanuit de schalielaag zelf ((Osborn, et al., 2011, p. 8172–8176); (Jackson, et al., 2013, pp. 11250-11255); (Vengosh, et al., 2014, p. 8334 8348)). Deze route kan ook via oude, verlaten boorputten lopen wanneer een frack een dergelijke boorput bereikt (route 11 in Figuur 5.1 en Tabel 5.1). Lekkage van vloeistoffen (frackvloeistoffen en zout formatiewater) kan eveneens via deze routes plaatsvinden.

5.2.2 LANDSCHAPPEN

Inleiding

In deel A van het MER zijn de landschapstypen geïntroduceerd. Voor de effectbeoordeling van het aspect bodem- en grondwaterkwaliteit per deelgebied zijn de landschapstypen een handige tussenstap en geschikt om de referentiesituatie op het maaiveld te beschrijven. In deze paragraaf is per landschapstype de huidige situatie beschreven voor bodem- en grondwaterkwaliteit.

Droogmakerijen
De droogmakerijen bezitten over het algemeen een slecht waterdoorlatende deklaag bestaande uit klei- en/of veenlagen afgewisseld met zandige lagen. De totale dikte van deze deklaag bedraagt in totaal 5 tot 15 meter. De uit veen bestaande toplaag in de polder is vaak door turfwinning of erosie verdwenen. Hieronder bevinden zich goed waterdoorlatende grofzandige afzettingen. Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen. Met gemalen wordt het kwelwater en neerslag op open water of een ringvaart geloosd. Aan maaiveld infiltrerend (regen-)water wordt in dit systeem in voor bodembegrippen relatief korte termijn afgevoerd via de sloten.

Het maaiveld van de droogmakerijen en polders ligt in de meeste gevallen lager dan de omliggende gebieden en vaak zelfs beneden zeeniveau. Het grondwater in de goed waterdoorlatende lagen onder de deklaag heeft een hoger peil dan bovenliggende watergangen (sloten) in de deklaag. Hierdoor is er een naar boven gerichte grondwaterstroming aanwezig. Het grondwater bevindt zich relatief dicht bij het maaiveld (0,5 tot 0,8 meter beneden maaiveld). Door de aanwezige klei- en/of veenlagen is de bodem gevoelig voor ontwatering waardoor verzakkingen (door zetting) kunnen optreden.

Heuvelland
Op de Maasterrassen in het heuvelland voeren de kleinere beeksystemen de oppervlakkige afstroming van neerslag in het gebied af. De insnijdingen van deze beeksystemen hebben geleid tot een heuvellandschap met beekdalen. Een dicht net van sloten is niet aanwezig. Neerslag infiltreert in de bodem en door de naar beneden gerichte grondwaterstroming vult het zo het diepere grondwater aan. Wanneer de bodem de neerslag niet meer op kan nemen stroomt het water op, en vlak onder het oppervlak af. De ondiepe infiltratie van neerslag wordt deels afgevangen door de beekdalsystemen.
De diepere grondwaterstroming is gericht naar de Maas, maar wordt ook beïnvloed door de grondwateronttrekkingen rond de bruinkoolwinning in Duitsland[19].

De grondwaterstanden zijn op de heuvels en op de Maasterrassen zeer laag (meer dan 5 meter onder het maaiveld). In de beekdalen komen ondiepere grondwaterstanden voor. Het grondwater is zoet van karakter. De samenstelling van het water wordt vervolgens sterk beïnvloed door de aanwezige sedimenten en gesteenten waar het doorheen stroomt naar de diepte.

Veenkoloniën
De voormalige hoogveengebieden betreffen veenafzettingen in van oudsher natte gebieden. De groei van veen werd veroorzaakt door slecht doorlatende lagen in de zandige ondergrond waarop het neerslagwater stagneerde. Deze slecht doorlatende lagen bestaan in het noorden uit keileem en het zuiden uit leem. Onder de slecht doorlatende laag bevinden zich goed doorlatende grovere zandige afzettingen.

In de veenkoloniën zijn de venige lagen vrijwel geheel afgegraven. Dit resulteerde in hoofdzakelijk zandige bodems aan het oppervlak, met lokaal nog een restant veen. In het kader van landinrichtingen zijn veel watergangen gedempt.

Het neerslagwater infiltreert en er is een voornamelijk verticaal gerichte grondwaterstroom naar de diepere, goed doorlatende lagen. Het grondwater is zoet van karakter. Door de veelal landbouwkundige goede gronden is het grond- en oppervlaktewater voedselrijk. De bodem is niet zetting gevoelig, tenzij veenresten aanwezig zijn.

---

[19] De bruinkoolwinning in Duitsland, in Limburg vlak over de grens, vindt plaats in de vorm van grote open mijnen. Doordat er in deze mijnen tot enkele honderden meters diep worden gegraven ontstaat er een gat waar het grondwater automatisch naartoe beweegt.

Kustzone
De kustzone bestaat uit zandige afzettingen die beïnvloed zijn door afwisselende perioden van kustuitbreiding en kusterosie. De zandige afzettingen hebben zich onder invloed van de wind kunnen vormen tot duinen. In de duinvorming zijn verschillende soorten te onderscheiden. De zogenaamde oude duinen zijn bij een lagere zeespiegel gevormd en liggen als lagere zone achter de huidige jongere en hogere duinen. Ter plaatse van de oude duinen vindt veelal bollenteelt plaat. De jongere duinen zijn te herkennen aan de zandige en deels met gras bedekte heuvels en valleien direct achter de strandzone.

In de zandige bodem van de jonge duinen infiltreert de neerslag naar de diepte. Er vindt geen afvoer van oppervlaktewater plaats. Het enige zichtbare oppervlaktewater wordt gevormd door plassen in de duinvalleien. Het oppervlaktewaterpeil is hier gelijk aan het grondwaterpeil. Bij de oude duinen is er voornamelijk infiltratie van neerslag. In lagere delen met bollenteelt is een dicht slotenpatroon aanwezig voor de ontwatering en afwatering van percelen. Het grondwater bevindt zich hier relatief dicht bij het maaiveld (0,5 tot 0,8 meter beneden maaiveld).

Door de neerwaartse richting van infiltrerende neerslag is onder de duinen een grote zoetwatervoorraad aanwezig die drijft op het van nature zoute grondwater nabij de kust. Afhankelijk van de grootte van deze zoetwatervoorraad bevinden zich drinkwaterwinningen in het duingebied. Het zoete water functioneert daarnaast als barrière tegen het binnendringende zoute grondwater. Dit beperkt een sterke verzilting van het grondwater in de achterliggende kustzone. De bodem in de kustzone is niet zetting gevoelig.

Laagveengebied
De deklaag van laagveengebieden bestaat hoofdzakelijk uit veen. Onder het slecht waterdoorlatende veen bevinden zich goed doorlatende zandige afzettingen.

Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. Het gebied wordt verder gekenmerkt door relatief veel oppervlaktewater. Het grondwater bevindt zich hier relatief dicht bij of op het maaiveld (minder dan 0,5 meter beneden maaiveld). Het grondwater stroomt door de deklaag verticaal omhoog en vervolgens zijwaarts naar het slotensysteem.

De bodem in de laagveengebieden is sterk zettingsgevoelig.

Rivierengebied
De grote rivieren in de rivierengebieden zijn gelegen in een bedding bestaande uit zand en grindlagen. Vanaf de rivier gaan deze over in fijnzandige afzettingen op de oevers en kleiige komafzettingen, vaak overgaand in veen verder van de rivier. De bedding van de rivier heeft zich ingesneden door de deklaag van klei met veenlagen en de aanwezige zand- en grindlagen. In laag-Nederland is de bedding van de rivier hoger gelegen dan het omliggende gebied. De grondwaterstroming is hier van rivier naar de poldergebieden.

Het binnendijkse gebied kent een relatief dicht net van sloten wat zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging. Het grondwater bevindt zich hier relatief dicht bij of op het maaiveld (minder dan 0,5 meter beneden maaiveld). Het grondwater stroomt door de klei- en veenlaag naast de bedding verticaal omhoog en naar het slotensysteem.

In hoog-Nederland is de bedding van de rivier lager gelegen dan het omliggende gebied, de grondwaterstroming is hier naar de rivier gericht. De neerslag infiltreert door de deklaag naar de

watervoerende pakketten, en het grondwater wordt afgevoerd door de rivier. De grondwaterstand kan nabij de rivier sterk fluctueren afhankelijk van het waterpeil van de rivier. Het slotenpatroon is hier minder dicht.

Het grondwater is zoet van karakter. Door de veelal landbouwkundige gronden in het rivieren gebied is het grond- en oppervlaktewater voedselrijk van karakter.

Op de delen waar de kleiige en venige afzettingen worden aangetroffen is de bodem zettinggevoelig.

Zandgebied

De (hoog gelegen) zandgebieden worden gekenschetst door een ondiepe bodemopbouw van hoofdzakelijk redelijk tot goed doorlatende zanden. Aan het maaiveld zijn fijne zanden afgezet door de wind. Hierin bevinden zich her en der leemlagen, in de beekdalen beekleem, op andere delen door de wind afgezette leembandjes en in het oostelijke zandgebied ook in de ijstijd afgezet dikke keileem lagen. De diepere bodemopbouw bestaan uit grovere- en grindrijke zanden, ***i***n het oostelijk zandgebied al dan niet opgestuwd in de ijstijd.

De grondwaterstand kan variëren van enkele tot meerdere tientallen meters onder het maaiveld. Plaatselijk kunnen deze gebieden worden doorsneden door beekdalen die een (beperkte) ontwaterende werking hebben op het grondwater. Over het algemeen infiltreert het neerslagoverschot en het grondwater naar de diepte, om pas in de riviergebieden of droogmakerijen weer in het oppervlaktewater te komen.

Het oppervlaktewater bestaat uit droogvallende greppels ter plaatse van de landbouwpercelen. Deze wateren af op watervoerende sloten die uitlopen in de beken die zich in de beekdalen bevinden. Om de waterstand in gebieden op peil te houden bevinden zich stuwen in de watergangen.

Naast de hoogteverschillen veroorzaakt door stuwwallen of insnijdende beken zijn er ook paraboolduinen die zorgen voor een lokaal reliëf met ook lokale grondwatersystemen waar neerslag infiltreert en op korte afstand weer omhoog komt als kwel.

Het grondwater is zoet van karakter. Plaatselijk komen grondwateronttrekkingen voor menselijke consumptie voor.

Zeekleigebied

De zeekleigebieden bezitten over het algemeen een slecht water doorlatende deklaag bestaande uit zeeklei- en/of veenlagen afgewisseld met zandige lagen. In de voormalige getijden geulen is een sterk wisselende bodemopbouw aanwezig van geulopvullingen en beddingafzettingen.

De totale dikte van deze deklaag bedraagt in totaal 5 tot 15 m dik. Hieronder bevinden zich goed waterdoorlatende doorlatende grofzandige afzettingen.

Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. De zeekleigebieden zijn boven of rond de zeespiegel gelegen. In delen vindt vrije afstroming van water plaats, al dan niet met stuwen. In de lagere delen zijn gemalen waarmee oppervlaktewater op open water geloosd wordt.

Het grondwater in de goed waterdoorlatende lagen onder de deklaag heeft een lager peil dan bovenliggende watergangen in de deklaag. Hierdoor is er een naar beneden gerichte grondwaterstroming

aanwezig. Het grondwater bevindt zich op een gemiddelde afstand tot het maaiveld (0,8 tot 1,0 meter beneden maaiveld).

Door de neerslag is het ondiepe grondwater zoet van karakter. Afhankelijk van de ligging ten opzichte van de zee kunnen er in de diepte zoutwatervoorkomens aanwezig zijn. Deze kunnen nabij de kust relatief ondiep voorkomen of verder op afstand op een grotere diepere. Door de veelal landbouwkundige goede gronden is het grond- en oppervlaktewater voedselrijk van karakter.

Door de aanwezige klei- en/of veenlagen is de bodem gevoelig voor ontwatering waardoor zettingen kunnen optreden.

5.3 BELEIDSKADER

Voor de beoordeling van de effecten op de bodem- en grondwaterkwaliteit worden de beleidskaders en de wettelijke context aangehaald.

5.3.1 DIEPE ONDERGROND

Onder de diepe ondergrond wordt verstaan de ondergrond die valt onder de reikwijdte van de mijnbouwwet (dieper dan 100 m).

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
Mijnbouwwet (2002/2003)	De Mijnbouwwet is een Nederlandse wet uit 2002/2003 die de Mijnwet 1810, de Mijnwet 1903, de Wet opsporing delfstoffen en de Mijnwet continentaal plat verving. In de Mijnbouwwet zijn met name de artikelen van belang die zien op de bescherming van veiligheid en milieu, een planmatig beheer van voorkomens van delfstoffen en het beperken van schade door bodembeweging.	De Mijnbouwwet regelt de activiteiten die met de opsporing en winning van fossiele energie op een diepte van meer dan 100 meter te maken hebben en de opsporing en winning van aardwarmte op een diepte van meer dan 500 meter. Voor de opsporing en winning van fossiele brandstoffen is een vergunning van het Ministerie van Economische Zaken vereistEen opsporingsvergunning is een marktordeningsvergunning die een onderneming het alleenrecht geeft om binnen een bepaald gebied en binnen een bepaalde periode (doorgaans drie jaar) tot opsporing over te gaan c.q. één of meer proefboringen uit te voeren. Een winningsvergunning verleent het alleenrecht om in een bepaald gebied te winnen[20].
Mijnbouwbesluit (2002) en Mijnbouwregeling (2003)	Regels ter uitvoering van de Mijnbouwwet	Het Mijnbouwbesluit en de Mijnbouwregeling stellen regels voor o.a. het aanleggen van boorgaten en de inrichting en het buiten gebruik stellen van putten. In het besluit en de regeling

[20] Zie bv. http://www.nlog.nl/nl/procs/procedures_licences.html voor de praktische invulling van zo'n vergunning.

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
		wordt vrij gedetailleerd beschreven hoe de verschillende barrières moeten worden aangelegd, getest, onderhouden en eventueel gerepareerd. Ook het afdichten van buiten gebruik te stellen putten wordt gedetailleerd beschreven.
WABO (2010)	De Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) regelt de omgevingsvergunning. De omgevingsvergunning is één geïntegreerde vergunning voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu.	In de Wabo zijn artikelen opgenomen die bepalen dat het bevoegd gezag onder meer de bestaande toestand van het milieu en de gevolgen van het mijnbouwwerken voor het milieu dient te betrekken bij de beslissing op de aanvraag voor een omgevingsvergunning voor de oprichting en werking van het mijnbouwwerken.
STRONG (2015)	Naar verwachting komt er in 2015 een ruimtelijk plan voor de ondergrond: de Structuurvisie ondergrond. Dit plan moet de ondergrond ordenen. Het moet partijen helpen bij de keuze waar bijvoorbeeld het beste aardwarmte, grondwater of zout gewonnen kan worden. En welke ondergrondse activiteiten daar dan niet mogelijk zijn omdat die bijvoorbeeld het drinkwater kunnen vervuilen.	De inhoud van de Structuurvisie Schaliegas zal grotendeels worden opgenomen in STRONG.
Staatstoezicht op de mijnen (1810)	Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) houdt toezicht op de naleving van wettelijke regelingen die van toepassing zijn op het opsporen, winnen, opslaan en transporteren van delfstoffen. De dienst richt zich hierbij op de aspecten veiligheid, gezondheid, milieu, doelmatige winning en bodembewegingen. SodM is een rijksinspectiedienst die gevestigd is in Den Haag. De dienst staat onder leiding van de Inspecteur-generaal der Mijnen. SodM is opgericht in 1810.	SodM adviseert EZ over de vergunningaanvragen.
TNO (Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek)		Bij de winning en ondergrondse opslag van delfstoffen moet worden vastgelegd om welke hoeveelheden het gaat. De Mijnbouwwet bepaalt dat een maatschappij de gegevens binnen vier weken na afloop van de maand waarin

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
		ze gemeten zijn aan de Nederlandse overheid moet verstrekken (zie artikel 111 en 112 van het Mijnbouwbesluit). Na nog eens vier weken worden de metingen vrijgegeven. TNO beheert via de BRO de gegevens voor de overheid en verzorgt de vrijgave.
TCB – Technische Commissie Bodembescherming	De TCB geeft advies aan overheden. Op de eerste plaats aan de ondertekenaars van de Wet bodembescherming (Wbb). Dat zijn de huidige ministeries van Economische Zaken (EZ) en Infrastructuur en Milieu (IenM).	Adviseert over het planMER Structuurvisie Schaliegas. Heeft specifieke focus op zetting en maaiveld daling.
Mijnraad	De Mijnraad heeft tot taak om in verband met het opsporen of winnen van delfstoffen als gas, olie en zout, of aardwarmte, dan wel het opslaan van stoffen, de Minister van Economische Zaken te adviseren over de verlening of intrekking van mijnbouwvergunningen. Bovendien verstrekt de Raad inlichtingen die nodig zijn voor de beoordeling van de uitvoerbaarheid van voorgenomen wettelijke voorschriften en voor algemene beleidsvoornemens.	De mijnraad heeft een adviserende rol bij de vergunningverlening omtrent het winnen van delfstoffen.
Eurocode 8	Ontwerp en berekening aardbevingsbestendige constructies.	De voorgenomen activiteit moet in lijn zijn met de geldende bouwnormen.
International building code	Dit zijn normen voor gebouwen en constructies, inclusief aardbeving bestendig bouwen.	De voorgenomen activiteit moet in lijn zijn met de geldende bouwnormen.

Tabel 5.2 Wettelijk- en beleidskader voor Diepe ondergrond en stabiliteit

Mijnbouwwet

In Tabel 5.2 is het belangrijkste wettelijke en beoordelingskader voor de diepe ondergrond weergegeven. In hoofdstuk 4 van de Mijnbouwwet zijn regels opgegeven ten aanzien van de zorg voor de goede uitvoering van activiteiten die onder de Wet vallen. De (laatste) houder van de vergunning dient alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs gevergd kunnen worden om te voorkomen dat als gevolg van de met gebruikmaking van de vergunning verrichte activiteiten:

- nadelige gevolgen voor het milieu worden veroorzaakt;
- schade door bodembeweging wordt veroorzaakt;
- de veiligheid wordt geschaad; of
- het belang van een planmatig beheer van voorkomens van delfstoffen of aardwarmte wordt geschaad.

Winningsplan

Het winnen van delfstoffen en aardwarmte en het opslaan van stoffen dient te geschieden in overeenstemming met een (winnings)plan, dat instemming van de Minister van EZ behoeft. Hierin staat

hoe de delfstof uit een bepaald veld gewonnen wordt, of er bodemdaling of bodembewegingen worden verwacht en wat de invloed hiervan op de omgeving is. Dit is vastgelegd in artikel 35 van de Mijnbouwwet. In het winningsplan geeft de mijnonderneming bijvoorbeeld aan wat de verwachte hoeveelheid aanwezige delfstof is, hoe lang de winning gaat duren, hoeveel jaarlijks wordt gewonnen, wat de bodembeweging als gevolg van de winning is en welke maatregelen worden genomen om schade door bodembeweging te voorkomen. In de mijnbouwwet wordt er rekening mee gehouden dat het risico op schade door bodembeweging tussentijds kan wijzigen. In dit geval moet de mijnonderneming het winningsplan aanpassen en aangeven hoe bijvoorbeeld bij een toegenomen risico de winning zo wordt aangepast, dat het risico op schade afneemt tot een aanvaardbaar niveau.

Adviesorganen
Het Ministerie van Economische Zaken wordt in de opsporingsprocedure door diverse organisaties geadviseerd, waarvan een overzicht in Tabel 5.3 is opgenomen.

Type vergunning Organisatie	Opsporingsvergunning	Winningsvergunning	Winningsplan
EBN	Financiële competentie	Economische evaluatie/winbaarheid	
Tcbb			Bodemdaling en bodembeweging
TNO Bouw en Ondergrond	Geologisch/geotechnisch	Geologische evaluatie	Planmatig beheer en bodembeweging
SodM	Technische competentie		
Rijk/Provincie/Gemeente	Algemeen advies	Algemeen advies	
Mijnraad	Concluderend advies	Concluderend advies	

Tabel 5.3 Betrokken organisaties bij vergunningentraject

De rol van de Technische Commissie Bodembeweging (Tcbb) is beschreven in de Mijnwet / Mijnbouwregeling / Mijnbouwbesluit. De Tcbb kijkt specifiek naar aspecten bodemdaling en bodembeweging, maar zij heeft naar aanleiding van de gasbevingen in de provincie Groningen ook een rol gekregen in gasbevingen. Dit is echter een adviesrol.

Er bestraat momenteel geen norm die een limiet stelt aan de magnitude trillingen of iets dergelijks. Ook is er geen wettelijke verplichting seismisch onderzoek uit te voeren. Wel beoordeelt Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) en TNO de vergunningaanvragen. Als zij concluderen dat er te weinig of onvolledig of slecht onderzoek aan de aanvraag ten grondslag ligt, dan wordt aanvullend onderzoek verlangd.

De eisen waaraan (proef)boringen moeten voldoen, zijn opgenomen in de Mijnbouwwet en de Wabo.

5.3.2 BODEM EN GRONDWATER

Waterwet 2009
Om te kunnen voldoen aan de eisen die het waterbeheer van de toekomst aan Nederland stelt, is sinds december 2009 de nieuwe, integrale Waterwet in werking. De Waterwet regelt het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. De Waterwet voegt de volgende acht bestaande waterbeheerwetten samen:

- Wet op de waterhuishouding;
- Wet verontreiniging oppervlaktewateren;

- Wet verontreiniging zeewater;
- Grondwaterwet;
- Wet droogmakerijen en indijkingen;
- Wet op de waterkering;
- Wet beheer rijkswaterstaatswerken (de 'natte' delen daarvan);
- Waterstaatswet 1900 (het 'natte' gedeelte ervan).

De Waterwet sluit goed aan op de nieuwe Wet ruimtelijke ordening (Wro), waardoor de relatie met het ruimtelijke omgevingsbeleid wordt versterkt. Met één integrale wet is ook het uitvoeren van Europese waterrichtlijnen eenvoudiger geworden.

Wet milieubeheer (Wm)
In beginsel vallen alle milieuaspecten onder de Wet milieubeheer (Wm). De Wm treedt echter terug als een andere wet bepaalde milieuaspecten regelt, zoals bijvoorbeeld het geval is met de Waterwet, die het overgrote deel van de watergerelateerde milieuaspecten regelt. De Waterwet ziet met name toe op het watersysteem terwijl de betreffende regels uit de Wm zien op de waterketen. Lozingen in rioolstelsels vallen bijvoorbeeld onder de Wm, alsmede de gemeentelijke zorgplicht voor de inzameling van stedelijk afvalwater en de daaraan gekoppelde verplichting tot het opstellen van een gemeentelijk rioleringsplan (GRP) (Infomil, 2014).

Regelgeving lozingen
Met de vernieuwing van de afvalwaterregelgeving (sinds 2008) zijn de uitvoeringsbesluiten (AMvB's) geordend naar de doelgroep en niet meer naar compartiment waar de lozing plaatsvindt. Omdat elk van de besluiten regels stelt aan de verschillende lozingsroutes (riolering, bodem en oppervlaktewater), is ieder besluit 'opgehangen' aan de verschillende beheerwetten: de Wet milieubeheer (Wm), de Waterwet, de Wet bodembescherming (Wbb) en (voor indirecte lozingen) de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) (Infomil, 2014).

Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo)
De Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) regelt de omgevingsvergunning. De omgevingsvergunning is de geïntegreerde vergunning voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu. De Wabo regelt de procedures voor onder andere de Wm-vergunningverlening. U vindt hier de informatie over deze procedures. Inhoudelijk regelt de Wabo ondermeer de vergunningplicht voor indirecte lozingen met daaraan gekoppeld een adviesrecht voor de waterbeheerder (Infomil, 2014) en dat het bevoegd gezag de gevolgen van een mijnbouwwerk voor het milieu dient te betrekken bij de beslissing op de mijnbouwwetvergunning.

Regelgeving grondwaterbeheer
Binnen het grondwaterbeheer zijn alle overheidsinstanties actief. Zowel rijk, waterschappen, provincies als gemeenten bedienen "knoppen" ter uitvoering van de aan hen opgedragen grondwatertaken (Infomil, 2014).

Europese kaderrichtlijn water (KRW)
De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op de bescherming van water in alle wateren en stelt zich ten doel dat alle Europese wateren in het jaar 2015 een 'goede toestand' hebben bereikt en dat er binnen heel Europa duurzaam wordt omgegaan met water. Deze termijn kan worden verlengd met maximaal twee periodes van zes jaar, waarmee de uiterste datum op 2027 komt.
De bescherming van alle wateren heeft zowel betrekking op rivieren, meren, kustwateren als op grondwater (Compendium voor de leefomgeving, 2014).

Besluit kwaliteitseisen monitoring water (Bkmw)
In het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water 2009 (Bkmw 2009) en de onderliggende Regeling monitoring kaderrichtlijn water (Regeling monitoring) zijn eisen gesteld, waaraan de kwaliteit van de oppervlaktewater- en grondwaterlichamen in Nederland in beginsel moet voldoen. Deze eisen vloeien voort uit de kaderrichtlijn water, de richtlijn prioritaire stoffen en de grondwaterrichtlijn. De door de richtlijnen vereiste kwaliteit is de zogenaamde goede watertoestand. Deze goede toestand moet in principe eind 2015 zijn gehaald, tenzij een legitiem beroep kan worden gedaan op één van de uitzonderingen van de kaderrichtlijn water (zoals fasering of doelverlaging). De goede toestand moet worden bereikt door het maatregelenprogramma, dat is opgenomen in de verschillende waterplannen (Infomil, 2014).

Nationaal Bestuursakkoord Water-actueel (NBW-actueel, 2008)
Met dit NBW akkoord leggen de overheden vast op welke wijze, met welke middelen en langs welk tijdspad zij gezamenlijk de grote wateropgave voor Nederland in de 21e eeuw willen aanpakken.
Het akkoord benadrukt de gezamenlijke verantwoordelijkheid voor het op orde krijgen en houden van het totale watersysteem. Het geeft aan welke instrumenten ingezet worden om de opgave te realiseren, welke taken en verantwoordelijkheden iedere partij daarbij heeft en hoe partijen elkaar in staat willen stellen hun taken uit te voeren (Infomil, 2014).

Nationaal Waterplan (2009)
Dit plan geeft op hoofdlijnen aan welk beleid het Rijk in de periode 2009 - 2015 voert om te komen tot een duurzaam waterbeheer. Het Nationaal Waterplan richt zich op bescherming tegen overstromingen, voldoende en schoon water en diverse vormen van gebruik van water. Ook worden de maatregelen genoemd die hiervoor worden genomen. Het Nationaal Waterplan is de opvolger van de Vierde Nota Waterhuishouding uit 1998 en vervangt alle voorgaande nota's waterhuishouding. Het Nationaal Waterplan is opgesteld op basis van de Waterwet die met ingang van 22 december 2009 van kracht is.

Activiteitenbesluit/-regeling milieubeheer
Als binnen een inrichting bodembedreigende bedrijfsmatige activiteiten worden verricht, moet de kans op bodemverontreiniging tot een verwaarloosbaar minimum worden teruggebracht. In het Activiteitenbesluit en de bijbehorende ministeriële regeling staan de verplichte maatregelen en voorzieningen om de bodemrisico's bij bodembedreigende activiteiten verwaarloosbaar te maken, voor de duur van de bedrijfsmatige activiteiten.

Daarnaast omvat het Activiteitenbesluit regels voor het inspecteren van vloeistofdichte vloeren en verhardingen, het uitvoeren van bodemonderzoek en de te treffen beheermaatregelen. Per activiteit is aan de hand van de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB) het vereiste voorzieningenniveau bepaald.

In bestaande situaties is het niet altijd mogelijk tot een verwaarloosbaar bodemrisico te komen. Echter afwijken van de voorgeschreven maatregelen kan alleen als daar overtuigende motieven voor zijn. Bovendien is er vooraf toestemming van het bevoegde gezag voor nodig (Infomil, 2014).

Circulaire bodemsanering 2013
In de Circulaire Bodemsanering zijn de streefwaarden voor grondwater vastgelegd. Streefwaarden grondwater geven volgens de definitie in de Circulaire aan wat het ijkpunt is voor de milieukwaliteit op de lange termijn, uitgaande van Verwaarloosbare Risico’s voor het ecosysteem.

Er is sprake van een ernstig geval van bodemverontreiniging als een volume van meer dan 25 m3 grond en/of 100 m3 grondwater verontreinigd wordt boven de interventiewaarde. Daarbovenop kan er sprake zijn van een ernstig geval dat met spoed moet worden gesaneerd, vanwege onaanvaardbare humane of ecologische risico's dan wel verspreiding in het grondwater met een omvang of snelheid die onbeheersbaar dreigt te worden. Dit geldt voor historische gevallen van bodemverontreiniging (verontreiniging ontstaan voor 1987).

Wet bodembescherming (Wbb)

De Wet bodembescherming (Wbb) stelt regels om de bodem te beschermen. De Wbb maakt duidelijk dat grondwater een onderdeel van de bodem is. Daarnaast worden de sanering van verontreinigde bodem en grondwater door middel van de Wbb geregeld. Ook lozingen in of op de bodem kunnen op grond van de Wbb worden gereguleerd. Hier wordt verder informatie gegeven op de onderdelen in de Wbb die betrekking hebben op met 'water' gerelateerde zaken.

De productielocaties kunnen worden beschouwd als inrichtingen, waarop de Wet Bodembescherming van toepassing is. Artikel 13 bevat de zorgplicht: "Ieder die op of in de bodem handelingen verricht (…) en redelijkerwijs had kunnen vermoeden dat door die handelingen de bodem kan worden verontreinigd of aangetast, verplicht is alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden gevergd, teneinde die verontreiniging of aantasting te voorkomen, dan wel indien die verontreiniging of aantasting zich voordoet, de verontreiniging of de aantasting en de directe gevolgen daarvan te beperken en zoveel mogelijk ongedaan te maken.

Nederlandse Richtlijn Bodembeschermende voorzieningen (NRB)

De nadruk ligt hier op de preventie van bodemverontreiniging, en alle voorzieningen op een inrichting moeten voldoen aan de Nederlandse Richtlijn Bodembeschermende voorzieningen (NRB). Deze schrijft een combinatie voor van voorzieningen en maatregelen, die gezamenlijk moeten leiden tot een verwaarloosbaar bodemrisico. Dit is niet nader gekwantificeerd. Het kan bijvoorbeeld betekenen dat leidingwerk bovengronds moet worden afgewerkt, en dat opslagtanks dubbelwandig dienen te zijn, of in een secundairy containment, een opslagbassin, moeten staan. De NRB zegt echter niets over calamiteiten, en gezien de omvang van de schaliegaswinningen moet wel rekening worden gehouden met onvoorziene gebeurtenissen.

Nieuw ontstane verontreiniging in de bodem moet terstond worden gemeld aan het bevoegd gezag, en zo spoedig als redelijkerwijze mogelijk, volledig worden opgeruimd. In de praktijk is echter gebleken dat niet in alle situaties volledig herstel technisch haalbaar is. In overleg met de bevoegde overheid worden de best beschikbare technieken toegepast. Bijvoorbeeld verontreiniging op grote diepte (>100 m) is moeilijk traceerbaar en saneerbaar, en verontreinigingen onder en nabij fundamenten van installatieonderdelen zijn niet te verwijderen zonder het uit bedrijf nemen van de installaties. Eventuele restverontreiniging zullen bij abandonneren van de locatie alsnog moeten worden verwijderd.

Besluit bodemkwaliteit

Sinds 2008 is het Besluit bodemkwaliteit in werking getreden. Het doel van het Bbk is duurzaam bodembeheer. Dat wil zeggen: een balans tussen bescherming van de bodemkwaliteit voor mens en milieu, én gebruik van de bodem voor maatschappelijke ontwikkelingen zoals woningbouw of aanleg van wegen (Infomil, 2014).

Mijnbouwwet en -regeling

Het Mijnbouwbesluit en de Mijnbouwregeling stellen regels voor o.a. het aanleggen van boorgaten en de inrichting en het buiten gebruik stellen van putten. In het besluit en de regeling wordt vrij gedetailleerd

beschreven hoe de verschillende barrières moeten worden aangelegd, getest, onderhouden en eventueel gerepareerd. Ook het afdichten van buiten gebruik te stellen putten wordt gedetailleerd beschreven.

5.4 BEOORDELINGSKADER

5.4.1 VERTICALE MIGRATIE

5.4.1.1 *INLEIDING EN BEOORDELINGSKLASSEN*

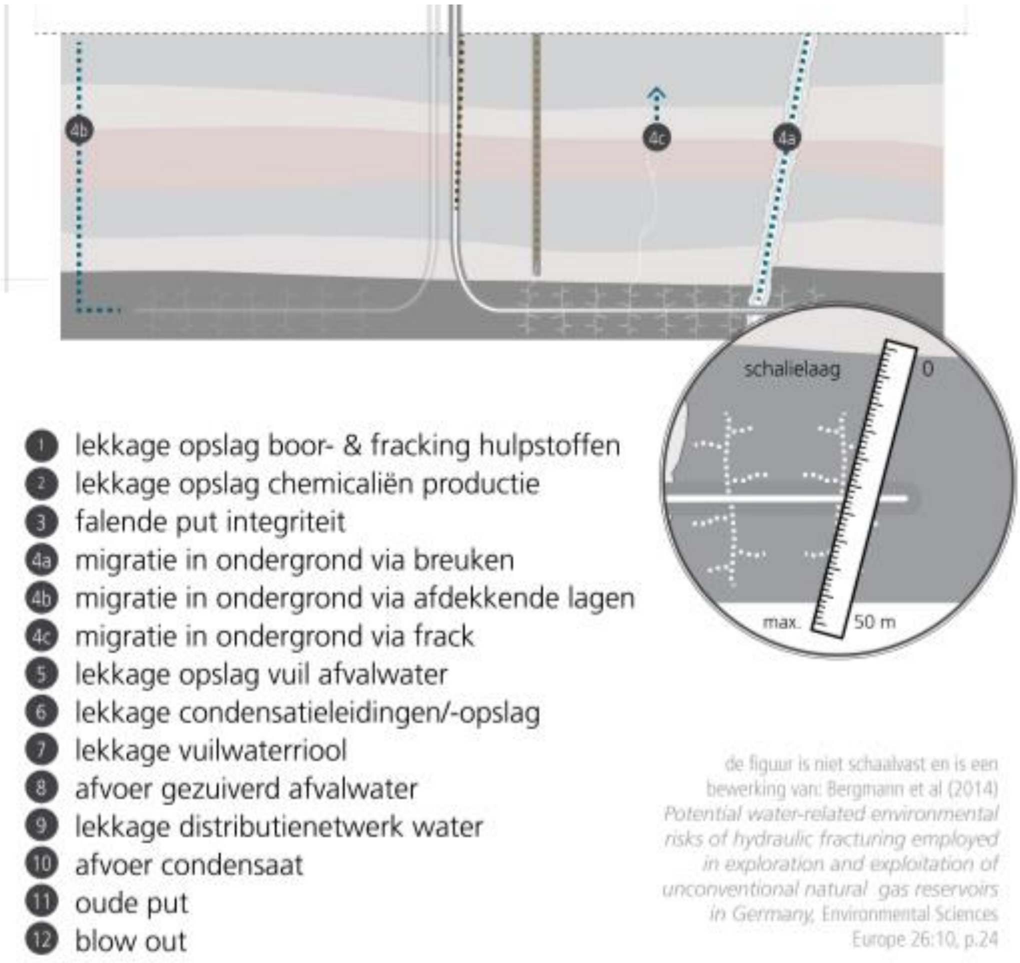
Zoals in de NRD (Ministerie van Economische Zaken, 2014) is beschreven, biedt de indeling in landschapstypen voor het beoordelen van de effecten van verticale migratie geen goed handvat, omdat er geen of nauwelijks een relatie is tussen effecten en type landschap. Informatie uit kaartlagen wordt daarom direct geprojecteerd op deelgebieden en geïnterpreteerd.

Scoringsmethodiek verticale migratie vloeistoffen en gassen vanuit diepe ondergrond
N.v.t.
N.v.t.
Geen of verwaarloosbare kans dat vloeistoffen en/of gassen een watervoerend pakket bereiken.
Geringe kans dat vloeistoffen of gassen een watervoerend pakket bereiken.
Kans is aanwezig dat vloeistoffen of gassen een watervoerend pakket bereiken.

Tabel 5.4 Scoringsmethodiek verticale migratie vloeistoffen en gassen vanuit de diepe ondergrond

5.4.1.2 *KANS OP VERTICALE MIGRATIE*

De kans op verticale migratie van gas en vloeistoffen wordt toegelicht aan de hand van de mogelijke routes zoals weergegeven in de onderstaande Figuur 5.9 en beschreven in Tabel 5.1.



Figuur 5.9 Verticale verspreidingsroutes in de diepe ondergrond

Verticale migratie van gas of vloeistoffen door afdekkende formaties (route 4b)

De mogelijkheid van gassen en vloeistoffen om verticaal vanuit de schalielagen of de horizontale boringen in de schalielagen naar een watervoerend pakket te bewegen wordt bepaald door de verticale afstand van de schalielagen tot de onderzijde van de watervoerende pakketten, de samenstelling van de tussenliggende afzettingen en de hydraulische gradiënten.

In het onderzoek van Van Gessel (2014) is de verticale afstand tussen de schalielagen en de watervoerende pakketten benaderd door de verticale afstand te bepalen van de bovenkant van de schalielagen tot de basis van Onder Noordzee Groep (de bovenste tertiaire formaties, afgezet vanaf het Mioceen tot het Kwartair), of tot 500m –NAP, waar de Onder Noordzee Groep dieper ligt. Omdat plaatselijk de watervoerende pakketten dieper voorkomen dan 500 m –NAP en niet noodzakelijk tot de Boven Noord zee Groep beperkt zijn, is in deze studie ervoor gekozen de geohydrologische basis[21] uit het NHI (Nationaal Hydrologisch Instrumentarium) aan te houden. Hierbij is verder geen onderscheid gemaakt tussen watervoerende pakketten waarin zout of zoet water voorkomt, met als argument dat wanneer dieper zout water verontreinigd raakt, deze verontreiniging mogelijk ook naar ondiepere, zoete lagen kan migreren.

[21] De onderbegrenzing van het geohydrologische systeem die ondoorlatend voor grondwater is. Er is hier een onderscheid gemaakt tussen “grondwater”, dat zich boven de geohydrologische basis bevindt en een onderdeel is van de huidige hydrologische cyclus, en “formatiewater” dat fossiel water in poriën van de formaties onder de geohydrologische basis omvat.

Tussen de verschillende watervoerende pakketten in de bovenste honderden meters van de ondergrond bevinden zich verschillende slecht-doorlatende kleilagen van Pleistocene en Tertiaire ouderdom. Onder de geohydrologische basis komen veelal kleilagen uit het Tertiair voor, en vast gesteente van grotere ouderdom. De tertiaire afzettingen kunnen, afhankelijk van hun afzettingsgeschiedenis, meer kleiig (slecht doorlatend) of meer zandig (beter doorlatend) zijn. Het vaste gesteente bestaat voornamelijk uit kalksteen, mergel, schalie, zandsteen en plaatselijk, steenzout, gips en steenkool.

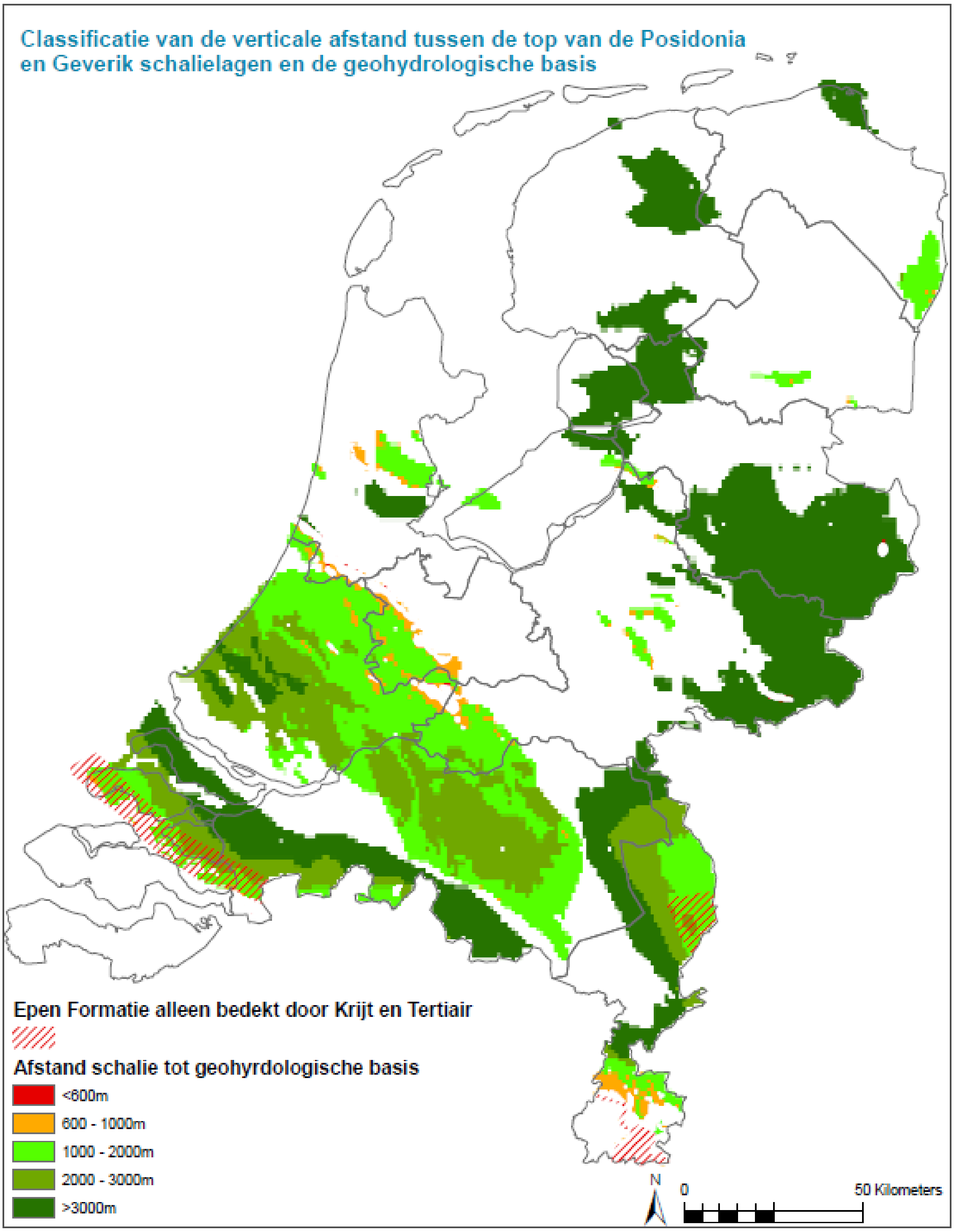
In het traject tot de Posidonia Schalie Formatie komen o.a. voor:
- Tertiair: kleilagen van de Formaties van Oosterhout, Breda, Rupel, Tongeren, Dongen en Landen (Noordzee Groep);
- Onder-Krijt en Boven-Jura: de Vlieland kleisteen en de Holland mergels en kleisteen (Rijnland Groep); klei, kleisteen, mergels, kalksteen en evaporieten van de Niedersachsen, Scruff en Schieland Groepen;
- Midden-Jura tot de Posidonia Schalie Formatie: mergels van de Brabant Formatie en kleisteen van de Werkendam Formatie (Altena Groep).

Alleen de kleine, relatief ondiepe (ca. 1000-1500 m diep) voorkomens van potentieel gashoudende Posidonia Schalie Formatie in Gelderland (Veluwe en Achterhoek) lijken alleen door Tertiaire kleilagen (Rupel klei/ Boomse klei) gescheiden te zijn van de bovenliggende watervoerende pakketten.

Tot het Geverik Laagpakket komen verder ook nog voor:
- Vroeg-Jura: kleisteen van de Aalburg en Sleen Formaties;
- Trias: kleisteen, mergels, evaporieten en carbonaten van de Boven Germaanse Trias Groep;
- Perm: kleisteen en evaporieten van de Zechstein Groep.
- Carboon tot het Geverik Laagpakket: deze formaties bestaan voornamelijk uit zandsteenpakketten, afgewisseld met ‘mudstone’ en steenkoollagen. Vooral de Hunze subgroep bevat merendeels ‘mudstone’.

De Epen Formatie, waaronder het Geverik Laagpakket, wordt in delen van Zeeland (Schouwen-Duiveland, Tholen), het zuidwesten van Noord-Brabant en het noorden van Limburg alleen gescheiden van de watervoerende pakketten door Tertiaire kleilagen (Ieper, Dongen, Landen) en Laat-Krijt mergels en kalksteen (in Zuid-Limburg). De Tertiaire afzettingen zijn in deze deelgebieden weliswaar enkele honderden meters dik, maar de kleilagen kunnen sterk zandig zijn ontwikkeld met ingeschakelde zandlagen (bv. Brussel zand). In Zuid-Limburg wordt de Epen Formatie bedekt door kalksteen en relatief slecht-doorlatende zanden uit het Krijt. De kalksteen omvat het belangrijkste watervoerend pakket.

De verticale afstand tussen de geohydrologische basis en de Posidonia Schalie Formatie en het Geverik Laagpakket is weergegeven in Figuur 5.10. Zoals hierboven is beschreven zal niet deze gehele dikte bestaan uit slecht-doorlatende lagen, maar wel voor het grootste deel. Het totaal van slecht-doorlatende lagen in het traject tussen de watervoerende pakketten en de Posidonia Schalie Formatie en het Geverik Laagpakket bedraagt honderden meters tot meer dan 1000 m.



Figuur 5.10 Classificatie van de verticale afstand tussen watervoerende pakketten en de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond.

Zoals in de beschrijving van de referentiesituatie is weergegeven vindt van nature een verticale verplaatsing van olie en gas vanuit de schalielagen naar bovenliggende formaties plaats. Deze verplaatsing beperkt zich voornamelijk tot routes via breuken. Olie en gas hebben een veel geringer soortelijk gewicht dan het formatiewater, waardoor deze een opwaartse druk ondervinden. Het formatiewater in en boven de schalie en de boor- en frackvloeistoffen hebben een grotere dichtheid en ondervinden daardoor niet of nauwelijks een opwaartse druk door dichtheidsverschillen.

De boor- en frackvloeistoffen staan tijdelijk onder verhoogde hydraulische druk tijdens het boren en fracken. Tijdens de boring is het horizontale deel van de boring gevuld met boorvloeistof. Deze heeft een hydraulische druk die bepaald wordt door de hoogte van de boorvloeistofkolom in het verticale deel van de boring en het soortelijk gewicht van de vloeistof. Deze druk is gelijk aan of iets hoger dan de druk die het omringende gesteente uitoefent. Omdat de schalie voorafgaand aan de frackoperatie vrijwel ondoorlatend is, is het niet te verwachten dat boorvloeistof door de schalie naar bovenliggende formaties stroomt.

Volgens het principeschema van de verbuizing (Figuur 5.4) wordt de annulus tussen de production liner en de boorgatwand van de horizontale boring gecementeerd. Dus na de boring kan de boorvloeistof niet meer via de horizontale boring door de bovenliggende lagen verspreiden. Tijdens het fracken wordt tijdelijk een zeer hoge druk met frackvloeistof op de schalieformatie uitgeoefend. Een grove inschatting om een orde van grootte te bepalen van de snelheid verticale migratie vanuit het deel van een schaliegasboring in de schalielaag naar het watervoerend pakket kan als volgt worden gemaakt.
Bij de frackoperatie wordt een druk toegepast, bijvoorbeeld 350 bar (ongeveer de closing pressure van de Posidonia Schalie Formatie), oftewel het equivalent van 3.500 m waterkolom. Bij deze hydraulische druk zou de frackvloeistof vanuit de fracks zich ook verticaal door de bovenliggende formaties kunnen verplaatsen. De frack operatie duurt echter enkele uren en de hoeveelheid frackvloeistof is beperkt. Hierdoor zal de verplaatsing door het niet-gefrackte gesteente zeer beperkt zijn (een schatting is hooguit enkele meters).

Veel meer gedetailleerde analyses en modelleringen van verticale verspreiding vanuit de schalielagen en fracks naar watervoerende pakketten zijn uitgevoerd voor diverse geologische settings in Duitsland ((Sauter, et al., 2012), (Kissinger, et al., 2013, pp. 3855-3873), (Lange, et al., 2013, pp. 3839-3853)) en de VS (Myers, 2012, pp. 872-882). De Duitse studies lieten onder andere zien dat de verticale verplaatsing vanuit een gefrackte schalieformatie naar een goed doorlatende zone circa 50 m zou kunnen bedragen (Kissinger, et al., 2013, pp. 3855-3873). In andere geologische settings en onder aanname van de meest ongunstige randvoorwaarden concluderen Sauter et al. (2012), (Lange, et al., 2013, pp. 3839-3853) en (Kissinger, et al., 2013, pp. 3855-3873), zou een verticale verspreiding naar een bovenliggend watervoerend pakket kunnen optreden. Zij concluderen echter ook dat het voorkomen van al deze ongunstige randvoorwaarden zeer onwaarschijnlijk is. (Myers, 2012, pp. 872-882) berekende een verticale verspreiding door een boven de schalie liggende zandsteen naar een watervoerend pakket voor een situatie in Pennsylvania. De door (Myers, 2012, pp. 872-882) berekende een tijdsduur voordat verontreinigingen vanuit de schalie het maaiveld op 1500 m boven de schalie zal bereiken is 10 jaar. Er is echter stevige kritiek op deze studie geleverd (o.a. (Carter, et al., 2013)) vanwege de onrealistische aanname dat alleen relatief doorlatende zandsteen boven de schalie aanwezig zou zijn. De beperkte hoeveelheid frackvloeistof die aanwezig is en achterblijft en de zeer beperkte duur van het fracken zelf lijkt de verticale verplaatsing van deze vloeistof door de bovenliggende formatie naar watervoerende pakketten al onmogelijk te maken.

Resumerend route 4b, verspreiding door afdekkende lagen
De kans dat door advectie (transport via vloeistofstroming) of dichtheidsstroming verontreinigingen door slecht doorlatende lagen tussen de schalielagen en watervoerende pakketten migreren buiten fracks en breuken om wordt zeer klein geacht. Daarnaast hebben de kleilagen een groot adsorberend vermogen voor bijvoorbeeld zware metalen, mochten deze zich met een vloeistof verplaatsen.

De zones waar de Epen Formatie alleen wordt afgedekt door afzettingen uit het Krijt en het Tertiair vormen mogelijk gebieden waar grotere verticale verspreiding vanuit het Geverik Laagpakket via beter

doorlatende delen van de kalksteen (bv. verkarste delen) en zandige Tertiaire afzettingen niet uitgesloten kan worden.

De kans op verticale verspreiding van vloeistoffen door de lagen tussen de watervoerende pakketten en de schalielagen is in het algemeen zeer klein. Daar waar deze lagen dunner zijn dan 1000 m en in de gebieden waar de Epen Formatie alleen wordt afgedekt door Krijt en Tertiair neemt dit toe tot een kleine kans.

Verticale verplaatsing via fracks in afdekkende lagen (route 4c in Figuur 5.1)

Davies *et al.* (Davies, et al., 2012) hebben een uitgebreide analyse gemaakt van de door mensen gemaakte “hydraulic fractures” en natuurlijke “hydraulic fractures” (gestimuleerde fracks). Davies *et al.* (2012) vonden in de duizenden geanalyseerde frack operaties in de VS en het VK een maximum frack hoogte van 588 m en concludeerde dat de kans dat de door mensen gemaakte frack hoger dan 350 m reikt kleiner is dan 1%.

Natuurlijke fracks ((Davies, et al., 2012) noemen deze “pipes”) kunnen ontstaan waar een gasreservoir onder overdruk onder een schalielaag ligt. Davies et al. bestudeerden 1170 van deze “pipes” in West Afrika en Noorwegen en vonden een maximale hoogte van 1106m. Davies *et al* (2012) concluderen dat de kans dat deze “pipes” tot meer dan 350 m hoogte reiken 33% is. Davies et al. concluderen voorts dat een verticale afstand van 600m tussen de schalielaag en watervoerende pakketten voor dit aspect een veilige afstand is.

Geiser *et al.* (Geiser, et al., 2012) publiceerden een nieuwe methode om de voortplanting van de drukgolf in vloeistoffen in bestaande, natuurlijke breuken en barsten in gesteenten in de buurt van de frack operatie te meten. De door Geiser *et al.* (Geiser, et al., 2012) bepaalde verticale afstand bedraagt 1000 m. Lacazette & Geiser (2013) publiceerden vervolgens een commentaar op het onderzoek van Davies et al (2012), waarin de vraag wordt gesteld of een “veilige afstand” van 600 m voldoende is. Davies et al (2013) vatten in hun antwoord op het onderzoek van Lacazette en Geiser (2013) de mogelijke risico’s voor verspreiding via gestimuleerde en natuurlijke fracks samen in drie categorieën:

13. Gestimuleerde fracks die een natuurlijke frack bereiken en zo een totale hoogte van circa 1.000 m kunnen bereiken;
14. Verbinding tussen het horizontale deel van de boring en van nature aanwezige fracks en die een hoogte van circa 1.000 m kunnen bereiken;
15. Gestimuleerde fracks die een maximale hoogte van ongeveer 588 m kunnen bereiken.

Figuur 11 in (van Gessel, et al., 2014) laat zien hoe gecompliceerd het breukenbeeld ter hoogte van de Posidonia Schalie Formatie kan zijn en hoeveel lokale breuken kunnen voorkomen tussen de gekarteerde regionale breuken. De kans dat een stimuleerde frack een lokale breuk bereikt en zo een grotere totale hoogte bereikt is daarom ook in de hier bestudeerde situatie aanwezig.

Op basis hiervan kan een indeling worden gemaakt van de dikte van de geologische lagen tussen de bovenzijde van de Posidonia Schalie Formatie en het Geverik Laagpakket en de geohydrologische basis:

- <600 m: kans aanwezig (>33% op basis van (Davies, et al., 2013)) dat fracks en “pipes” de watervoerende pakketten bereiken en verticale verplaatsing van vloeistoffen en gassen tot in de watervoerende pakketten;
- 600-1000 m: kans aanwezig (1 tot 33%)dat fracks en “pipes” via van nature aanwezige breuken de watervoerende pakketten bereiken en verticale verplaatsing van vloeistoffen en gassen tot in de watervoerende pakketten;
- >1000 m: geringe kans (<1%) op verticale verplaatsing via fracks en van nature aanwezige breuken.

Sauter et al. (2012b) houden voor de situatie in Duitsland dat de fracks maximaal 500 m in hoogte kunnen zijn en van daaruit de frackvloeistof zich maximaal 200 m verticaal omhoog kan verplaatsen via van nature aanwezige breuken en scheuren in het gesteente. Als zekerheidsmarge houden Sauter et al. nog eens een extra afstand van 200 m tot de onderzijde van een watervoerend pakket aan. Een verticale afstand van 900 m van de schalielaag tot de geohydrologische basis worden daarom door Sauter et al. als veilig geacht. Uit Figuur 5.11 blijkt dat de verticale afstand tussen de schalies en de geohydrologische basis in verreweg het grootste deel van de beschouwde schalievoorkomens groter is dan 1000 m.

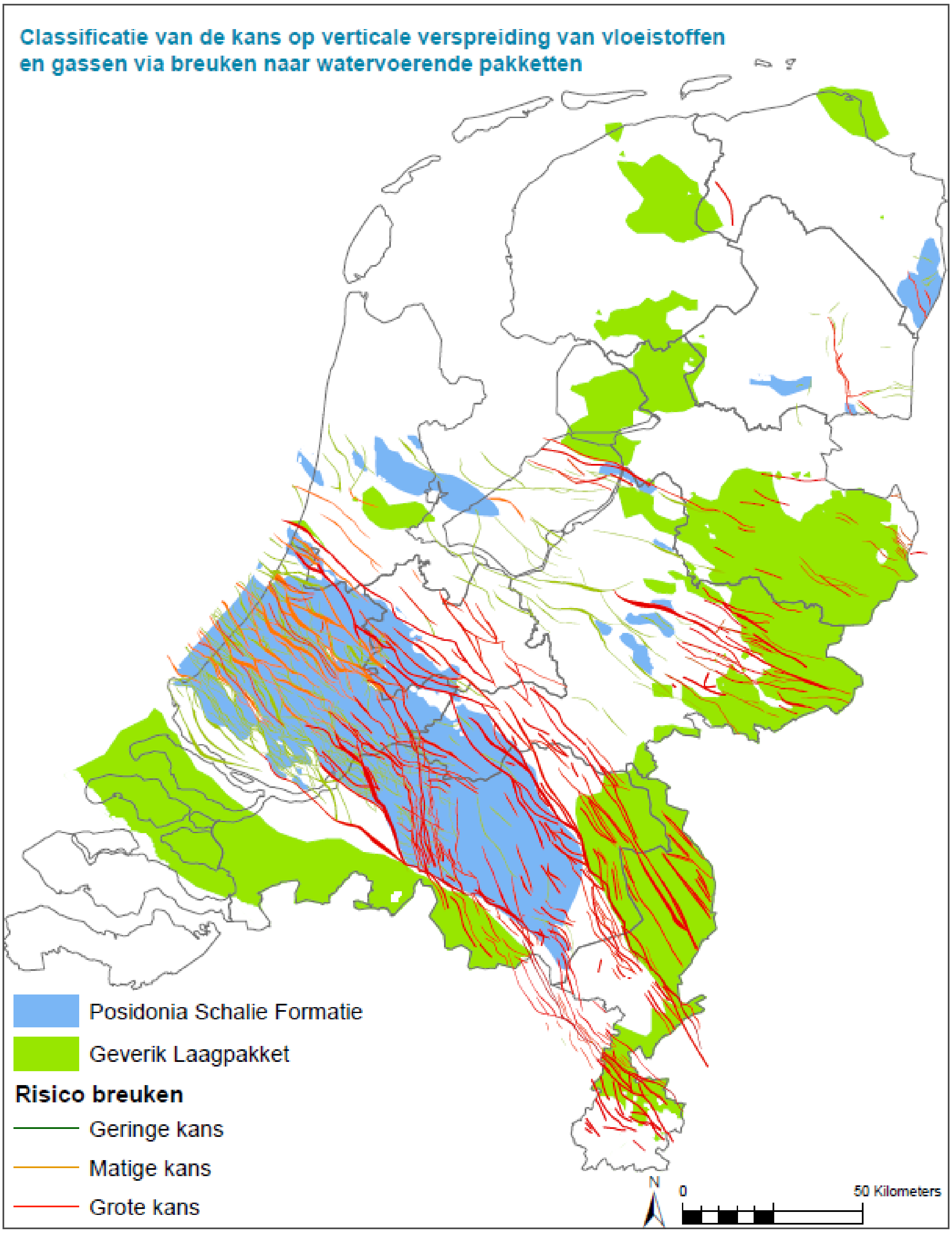
In de risicobeoordeling is hier aangesloten bij de indeling van Davies et al. (2012) die hierboven is weergegeven.

Via breuken (route 4a in Figuur 5.9)
De hydraulische doorlatendheid van voornamelijk breuken (route 4a in Figuur 5.9) blijkt het meest bepalend te zijn voor de verticale migratie van vloeistoffen (frack vloeistoffen en zout formatiewater) vanuit schaliegas boringen (Kissinger, et al., 2013, pp. 3855-3873). In beschrijving van de referentiesituatie is al weergegeven dat breuken ook belangrijke routes voor de verticale migratie van gassen zijn.

Verplaatsing van gassen en vloeistoffen via breuken vanuit de schalielagen is daarom een reële mogelijkheid en het is van belang dat eventuele winning van schaliegas niet te dichtbij breuken die tot de watervoerende pakketten doorlopen plaatsvindt. In Figuur 5.11 is een classificatie gegeven van de kans dat de belangrijkste breuken vanuit de schalielagen tot in de watervoerende pakketten reiken.

De grootste kans is aanwezig bij breuken die doorlopen tot in pleistocene eenheden of tot aan het maaiveld. Deze doorsnijden de watervoerende pakketten in ieder geval. De kans is matig bij breuken die reiken tot in vroeg-tertiaire eenheden en gering bij breuken die niet tot in de Noordzee Groep reiken.

Daar waar tot in de watervoerende pakketten doorlopende breuken worden geraakt door een boring of frack, bestaat een groot risico op verplaatsing van gassen naar dat watervoerend pakket en, vanwege de beperktere hydraulische doorlatendheid van breuken ten opzichte van doorlatendheid voor gassen, een iets geringere kans dat ook formatiewater of frackvloeistof zich via een breuk naar het watervoerend pakket zal verplaatsen.



Figuur 5.11 Classificatie van de kans op verticale verspreiding van vloeistoffen en gassen via breuken naar watervoerende pakketten.

5.4.1.3 EFFECTEN BIJ VERTICALE VERSPREIDING VAN VLOEISTOFFEN EN GASSEN

De effecten van verspreiding van vloeistoffen en gassen door verticale migratie vanuit de schalielaag zijn niet anders dan de effecten wanneer deze stoffen door een falende putintegriteit worden veroorzaakt. Daarom worden de effecten beschreven in de paragraaf over het beoordelingskader voor putintegriteit (paragraaf 5.4.2.3).

5.4.2 PUTINTEGRITEIT

5.4.2.1 *INLEIDING EN BEOORDELINGSKLASSEN*

Het lekken van gas of vloeistof door het boorgat of de omringende casings vormt een mogelijke bedreiging voor de grond- en drinkwaterkwaliteit. Het is daarom belangrijk om de kans op en falende constructie en de mogelijke gevolgen zo goed als mogelijk in beeld te brengen.

Scoringsmethodiek verspreiding vloeistoffen en gassen vanuit diepe ondergrond door falende putintegriteit
N.v.t.
N.v.t.
Geen of verwaarloosbare kans dat vloeistoffen of gassen een watervoerend pakket bereiken.
Geringe kans dat vloeistoffen of gassen een watervoerend pakket bereiken.
Kans is aanwezig dat vloeistoffen of gassen een watervoerend pakket bereiken.

Tabel 5.5 Scoringsmethodiek verspreiding vloeistoffen en gassen vanuit de diepe ondergrond door falende putintegriteit

5.4.2.2 *KANS OP FALEN VAN DE INTEGRITEIT*

Boor- en productieputten (route 3 in Figuur 5.9, Tabel 5.1 en Figuur 5.1)
Bij schaliegaswinning gaat het om relatief grote aantallen boorputten en om relatief grote boorlengtes omdat naast de verticale boring ook altijd horizontaal zal worden geboord. Daar naast zal worden gefrackt, wat inhoudt dat de barrières extra worden belast door de hoge druk die nodig is voor het fracken.

Om deze redenen is het van belang ook te kijken naar het voorkomen van integriteitsproblemen bij schaliegasprojecten in het buitenland. Davies et al. (2014) hebben een overzicht gepubliceerd van, onder andere, schaliegaswinningen. De meeste onderzoeken richten zich op de Marcellus schalie in Pennsylvania (VS):

Locatie	Percentage putten met een barrière intergriteitsprobleem en falen van de putintegriteit [%]	Aantal putten onderzocht	
Marcellus shale (VS) (putten geboord tussen 1958 en 2013)	6.3	8030	Rapportages van 2005-2013 1.27% van de problemen resulteerde in een emissie naar het maaiveld
Idem (putten geboord tussen 2010 en 2013)	4.8	4602	
Idem (putten geboord tussen 2008 en 2011)	2.6	3533	
Idem (putten geboord tussen 2008 en 2013)	3.4	6466	Rapportages van 2005-2012 0.24% van de problemen resulteerde in een emissie naar het maaiveld

Tabel 5.6 Integriteitsproblemen bij schaliegaswinningen (Davies, et al., 2014)

Davies et al. (2014) stellen dat voor integriteitsproblemen bij schaliegaswinning in het Verenigd Koninkrijk en op het vasteland van Europa weinig publieke data beschikbaar zijn en dat deze gegevens de meest toepasselijke analogieën bieden voor schaliegaswinning in het VK en het vasteland van Europa.

In Pennsylvania wordt gas gewonnen uit de Marcellus shale op dieptes van ongeveer tussen 1500 en 2000 m, dus vergelijkbaar met een deel van het zoekvenster voor Nederland. Wel kan ervan worden uitgegaan dat de regelgeving in de VS en Nederland verschillen. In de VS is de regelgeving per staat verschillend. De laatste jaren zijn de regelgevingen in de verschillende staten aangescherpt ten behoeve van de bescherming van het milieu. Pennsylvania heeft één van de meest verregaande staatsregelgevingen van de 16 staten die regels met betrekking tot schaliegaswinning stellen. Deze regelgeving heeft betrekking op onder andere de behandeling van boorvloeistoffen, blow-out preventie, eisen die worden gesteld aan het boren, de casing, cementering, testen, monitoren en afsluiten van olie- en gasputten en de bescherming van watervoorraden. King en King (2013) beschrijven dat verwacht moet worden dat door technologische ontwikkeling en een leerproces het risico van frack steeds verder zal afnemen. Inderdaad wordt voor de Marcellus shale schaliegasputten het hoogste percentage integriteitsproblemen gevonden in de dataset die ook de oudste boringen omvat (6.3%) en lagere percentages in de datasets die alleen recentere boringen omvatten (3.4 tot 4.8%). Het percentage conventionele olie- en gasproductieputten met integriteitsproblemen ligt in de studie van Vignes (2011) in dezelfde range, namelijk 4%.

Er spelen een aantal specifieke aspecten die deze kans mogelijk groter maken. Op productielocaties wordt een groot aantal verticale boringen (in de voorbeeldwinning 10) op vrij kleine afstand van elkaar geplaatst. Het falen van de integriteit van een barrière zou de integriteit van een naastgelegen boring kunnen beïnvloeden. Het vergroot ook de kans dat een onbekende, kleine breuk wordt doorboord, waardoor beweging langs een breuklijn zou kunnen optreden met als gevolg de aantasting van de integriteit van één of meerdere putten.

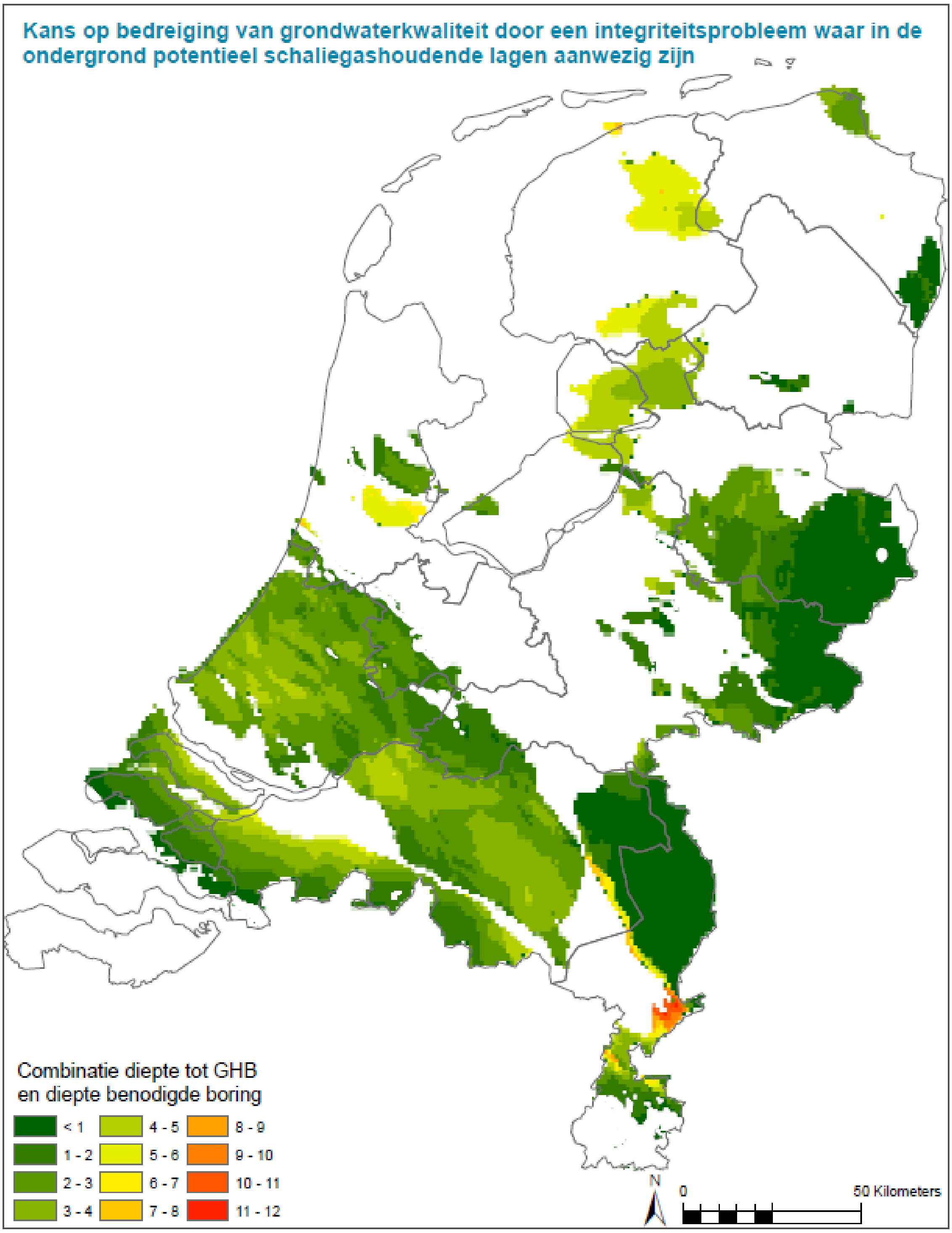
King en King (2013) schatten de bedreiging van de grondwaterkwaliteit vanwege integriteitsproblemen in de zone waar de watervoerende pakketten door verticale boringen worden doorboord in als laag tot matig, ondanks de twee tot vier barrières in dit dieptebereik. In de diepere zone daaronder tot de kick off point (KOP) waar de schuine boring begint, worden typisch 1 tot 2 barrières toegepast en schatten King en King (2013) de bedreiging voor het grondwater in als erg laag vanwege de verticale afstand tot het bruikbare grondwater. In de diepe, horizontale sectie van de boring wordt één barrière toegepast of, zoals in sommige gevallen, een open boorgat. De bedreiging voor het grondwater vanuit deze sectie wordt door King en King (2013) als vrijwel nul beschouwd.

In de voorbeeldwinning wordt uitgegaan van een site met 13 productielocaties met elk 10 boringen per pad, wat resulteert in 130 boorputten per site (voor het totale reservoir is het een veelvoud hiervan). Als wordt uitgegaan van de grootste kans op bedreiging van de grondwaterkwaliteit vanuit de verticale secties van de boring en hierop een kans van het falen van de put-/boorgatintegriteit van 4% wordt toegepast, dan zal bij iedere site met 13 well pads 5 keer (130 boringen x4%) een integriteitsprobleem optreden. Zoals gezegd hoeft een integriteitsprobleem niet direct een compleet falen van de putintegriteit te betekenen en ook niet direct tot aantasting van de grondwaterkwaliteit te leiden. Er zijn geen data bekend van het percentage putten met integriteitsproblemen, dat ook daadwerkelijk tot verontreiniging van het grondwater heeft geleid. Dit is een leemte in kennis.

De kans op het falen van de boorgat-/putintegriteit is ruimtelijk niet of nauwelijks te differentiëren. Er kan alleen gesteld worden dat hoe dieper de schalielaag ligt, hoe dikker de zones zijn waarvan King en King (2013) de bedreiging voor het grondwater het hoogst inschatten (tot en met de intermediate casing). Daarbij geldt dat, hoe groter de diepte tot waar watervoerende pakketten voorkomen, des te groter de kans is dat deze door het falen van boorgat- of putintegriteit worden aangetast. Dit vanwege meer meters die moeten worden geboord door de watervoerende pakketten. De diepte tot de geohydrologische basis (GHB) en de diepte tot de schalielaag zijn in onderstaande tabel beiden geclassificeerd. Het product van beide klassen geeft een index voor de combinatie van beide aspecten, waarbij het laagste getal de geringste kans weergeeft en het hoogste getal de grootste kans. Deze index is ruimtelijk weergegeven in Figuur 5.12.

Diepte tot GHB [m]		**Diepte tot de schalie [m]**			
		1000-2000	2000-3000	3000-4000	4000-5000
	klassen	1	2	3	4
<200	1	1	2	3	4
200-400	2	2	4	6	8
400-600	3	3	6	9	12

Tabel 5.7 Diepte tot de geohydrologische basis (GHB) en de diepte tot de schalielaag



Figuur 5.12 Index van de combinatie van de diepte van de boring en diepte tot de geohydrologische basis binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond.

Hierbij moet worden aangetekend dat in en langs de grenzen van de Roerdalslenk ten zuiden van Eindhoven de Formatie van Breda mogelijk tot grote diepte zandig is ontwikkeld. Interpretaties van geo-elektrische metingen tussen Eindhoven en Valkenburg duiden erop dat hier mogelijk tot meer dan 700 m zoet grondwater zou kunnen voorkomen. Dit in tegenstelling tot geohydrologische modellen zoals REGIS en het NHI, die de geohydrologische basis met de top van de Formatie van Breda laten samenvallen.

De diepte tot het Geverik Laagpakket is ten zuidwesten van Eindhoven plaatselijk 4000-5000 m. Wanneer deze grote diepte tot het Geverik Laagpakket wordt gecombineerd met een mogelijk grotere diepte tot de geohydrologische basis, dan zou ook het gebied ten zuiden van Eindhoven deels in klasse 12 van Tabel 5.7 vallen.

Afvalwaterinjectieputten
In veel schaliegasprojecten in het buitenland wordt afvalwater dat lastig te zuiveren is in diepe injectieputten geïnjecteerd. Ook in de conventionele olie- en gaswinning in Nederland wordt dit toegepast door middel van injectie van bij de olie- en gasproductie vrijgekomen afvalwater in leeggeproduceerde olie- en gasreservoirs. Bijvoorbeeld in Borgsweer, waar de NAM diverse bij olie- en gaswinning vrijkomende vloeistoffen, waaronder frack vloeistoffen, op ruim 3 kilometer diepte injecteert. Productiewater uit de oliewinning in Schoonebeek wordt in Twente in lege gasvelden geïnjecteerd op ruim 2 kilometer diepte. Injectie van stoom en vloeistoffen ten behoeve van de gestimuleerde oliewinning is ook in het Schoonebeek veld veel toegepast.

Vignes (2011) concludeerde dat de injectieputten een twee tot drie keer zo grote kans op het falen van barrières dan productieputten. De studie van Vignes (2011) liet zien dat in 60% van de waterinjectieputten in Nederland integriteitsproblemen optreden. King en King (2013) laten ook zien dat olieproductieputten de minste integriteitsproblemen vertonen, en afvalwaterinjectieputten de meeste door corrosie en lekkende aansluitingen.

In de voorbeeldwinning wordt niet uitgegaan van afvalwaterinjectie, maar deze optie kan ook niet worden uitgesloten. Er zijn echter geen scenario's beschikbaar over hoeveelheden putten, dieptes enz. en een inschatting van de risico's van putintegriteitsproblemen bij waterinjectieputten is hier dan ook niet te geven. Wel is het duidelijk dat afvalwaterinjectieputten een extra kans op putintegriteitsproblemen met zich meebrengen.

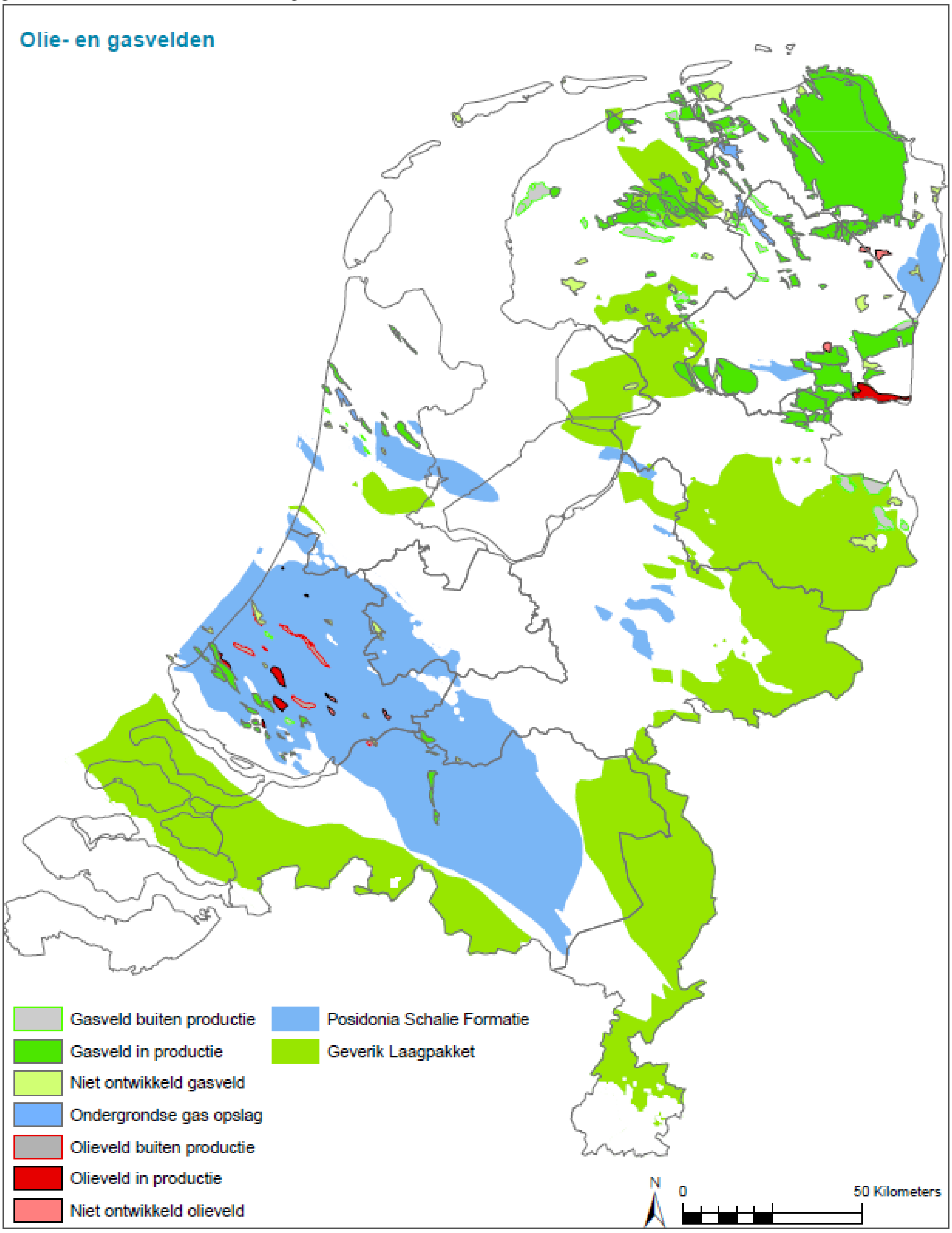
Blow out (route 12 in Figuur 5.9 en Tabel 5.1)
Een extreem geval van het falen van de putintegriteit is een blow-out. In paragraaf 5.4.2.2 zijn de blow-outs beschreven die in Nederland zijn voorgekomen in een conventioneel aardgasreservoir en bij gestimuleerde oliewinning.

Schaliegasreservoirs bevatten per definitie aardgas dat, in tegenstelling tot conventionele aardgasreservoirs, niet onder overdruk staat. De kans op een blow-out tijdens het aanboren van de schalielaag is daarom nihil.

Echter, er kunnen gas- en oliereservoirs voorkomen boven de schalielaag die wel onder overdruk staan. De oliereservoirs in Nederland staan over het algemeen niet onder overdruk. De gasreservoirs wel. De bekende olie- en gasvelden in Nederland staan weergegeven in Figuur 5.13.

De Posidonia Schalie Formatie is het olie- en gasmoedergesteente van de olie- en gasvelden in Noord- en Zuid-Holland en Noord-Brabant. Met name in het West Nederland Basin is de kans dat boven de Posidonia Schalie Formatie zich een olie of gasreservoir bevindt aanzienlijk. In Groningen, Friesland, Drenthe, en in mindere mate Twente, komen aanzienlijke gasreservoirs voor (bv. Slochteren). Dit gas heeft koollagen uit het Carboon als gasmoedergesteente en bevindt zich in diverse afzettingen boven het Carboon en dus ook boven het Geverik Laagpakket. Bij boringen naar de Posidonia Schalie Formatie of het Geverik Laagpakket in de drie noordelijke provincies is daarom de kans dat een gasreservoir wordt

aangeboord aanzienlijk. Het is niet uit te sluiten dat ook buiten deze gebieden onverkende of onbekende gasreservoirs voorkomen en aangeboord kunnen worden.



Figuur 5.13 Olie- en gasvelden in Nederland (Bron: NLOG)

Verspreiding boorvloeistoffen of boorspoeling (route 3 in in Figuur 5.9 en Tabel 5.1 en Figuur 5.1)
Tijdens het boren wordt een boorspoeling of boorvloeistof gebruikt om de boorkop te koelen, het boorgruis af te voeren en om het boorgat stabiel en open te houden. Een juiste samenstelling om de druk vanuit de formaties tegen te gaan is belangrijk. Daarom worden stoffen aan de boorspoeling toegevoegd om deze een juist soortelijk gewicht te geven. Ook kunnen stoffen worden toegevoegd om klei te

stabiliseren, of kan een boorvloeistof op basis van olieproducten worden gebruikt. In sommige gevallen wordt aan het water voor de boorvloeistof in opslagtanks bactericiden toegevoegd. De meeste toevoegingen zijn organische polymeren die niet toxisch zijn. Echter, barium, olieproducten, bactericiden en mogelijk andere stoffen in boorvloeistoffen zijn ongewenst in grondwater.

Een deel van de gebruikte boorspoeling verdwijnt naar omliggende formaties. De hoeveelheid boorvloeistof die niet terug naar het oppervlak stroomt wordt tijdens het boren gemonitord en is voor de boring van belang omdat een te groot verlies van boorvloeistof tot een blow-out kan leiden, de boorkop kan vastlopen omdat er onvoldoende boorgruis wordt verwijderd, het cement kan een slechte aansluiting hebben, de productieve formatie kan worden aangetast door het instromen van boorvloeistof en bij sterke verliezen van boorvloeistof kan het hele boorgat instorten.

In de ondiepe delen van de boring is de formatiedruk niet erg hoog en kan bijvoorbeeld water met bentoniet worden gebruikt. Een deel van de boorvloeistof stroomt weg naar poreuze afzettingen, zoals de zandlagen die de watervoerend pakketten vormen. Halliburton (2011) merkt op dat ten behoeve van de bescherming van het grondwater in de ondiepe pakketten eventueel met de air-rotary methode kan worden geboord, zo dat er geen boorvloeistof in contact komt met zoet water.

Op grotere diepte is een groter soortelijk gewicht van de boorvloeistof nodig en wordt vaak bariumsulfaat toegevoegd, wat een zeer hoog soortelijk gewicht heeft. Bij een te hoog soortelijk gewicht van de vloeistof kan deze via onderzijde van het boorgat wegstromen; downhole mudloss. Bij het doorboren van goed doorlatende zones zoals verkarste kalksteen en breuken treedt ook meestal een verlies van boorvloeistof op.

Verliezen tot 10 barrels boorvloeistof (1.6 m^3) per uur worden door de industrie als “minor losses” gezien en worden meestal opgelost door meer polymeren aan de vloeistof toe te voegen. Verliezen tot 500 barrels (80 m^3) per uur worden als gedeeltelijke verliezen (“partial losses”) gezien. Grotere verliezen worden als ernstig gezien.

Er kan gesteld worden dat in iedere boring verliezen van boorvloeistof naar de omliggende lagen zullen optreden. Dit is bij schaliegasboringen niet anders dan bij conventionele olie- en gasboringen. De kans hierop en de effecten zijn echter niet ruimtelijk te differentiëren en daarom niet onderscheidend.

Verlaten putten (route 11 in in Figuur 5.9 en Tabel 5.1 en Figuur 5.1)

Diverse inventarisaties naar integriteitsproblemen bij putten laten zien dat deze problemen relatief vaak voorkomen bij permanent verlaten, afgesloten putten (bv. (Vignes, 2011); (Davies, et al., 2014)). Omdat deze putten niet permanent worden gemonitord zijn de gesignaleerde problemen mogelijk een onderschatting. Na verlaten en afsluiten van de put, moeten de barrières in principe eeuwig in stand blijven. De problemen met de permanente afsluiting van de putten kan worden veroorzaakt door aantasting van de barrières door vloeistoffen en gassen binnen en buiten de put, die aantasting van het cement, corrosie van staal of kunststof onderdelen van afsluiters, packers e.d. kunnen veroorzaken. Door bodembewegingen en breukbewegingen kan spanning op de cementering en casings komen te staan, waardoor deze kunnen vervormen of barsten. De meeste integriteitsproblemen met verlaten putten in de VS lijken te zijn veroorzaakt door slechte of ontbrekende permanente afsluiting van de putten. Dit kan worden voorkomen door een aantal maatregelen.

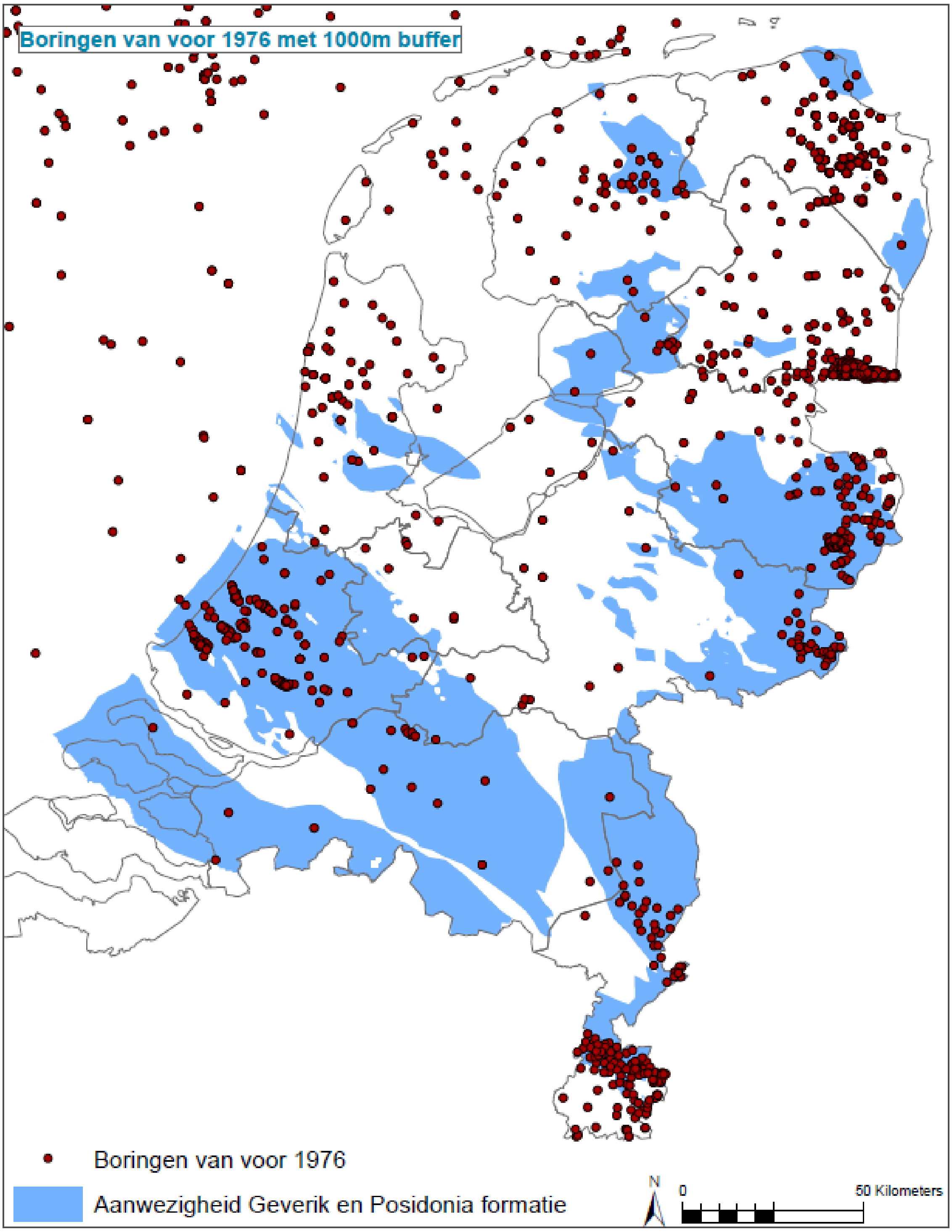
Mijnbouwregeling zegt hierover:

1. Voordat een put buiten gebruik wordt gesteld, is deze gevuld met een vloeistof van een zodanig soortelijk gewicht dat iedere in de put te verwachten druk kan worden weerstaan en van een zodanige samenstelling dat corrosie wordt voorkomen en geen schade kan worden toegebracht aan eventuele delfstofvoorkomens.
2. Elke in de put gebruikte afsluiting is duurzaam en volledig.
3. Waar in deze paragraaf een "cementplug" wordt voorgeschreven, kan een ander middel worden gebruikt, mits dat resulteert in ten minste een gelijkwaardige afsluiting.

NORSOK Standard D-010 geeft de volgende richtlijnen (Standards Norway, 2013). Een permanente putbarrière moet de volgende eigenschappen hebben:

- Ondoorlatend;
- Lange-termijn integriteit;
- Niet krimpend;
- Rekbaar;
- Bestand tegen H_2S, CO_2 en koolwaterstoffen;
- Goede hechting aan staal;
- Stalen verbuizing is alleen geaccepteerd in combinatie met cement;
- Afsluitingen van elastomeren zijn niet acceptabel als permanente barrière.

De betreffende regelgeving en richtlijnen zijn echter geen garantie dat de permanente afsluiting van putten ook altijd zo gebeurt. Zoals in paragraaf 5.4.2 is beschreven, hebben putten met een leeftijd van enkele decennia een grotere kans op integriteitsproblemen. In Figuur 5.14 zijn de geregistreerde boringen voor olie-, gas-, steenzout en steenkool exploratie en winning van voor 1976 weergegeven. De boringen zijn met een cirkel met een straal van 1 km weergegeven.



Figuur 5.14 Boringen van voor 1976. (Bron: NLOG)

In de zoekgebieden van de Posidonia Schalie Formatie en het Geverik Laagpakket zijn hoge dichtheden van pre-1976 boringen aanwezig in delen van Friesland, Twente, De Achterhoek, Zuid-Holland, midden- en Zuid-Limburg.

5.4.2.3 EFFECTEN BIJ FALEN

Door het falen van de boorgat of putintegriteit kunnen gassen, formatiewater of frack vloeistoffen in het grondwater komen. Ook kunnen verschillende waterkwaliteiten van verschillende dieptes (bv. zoet en zout water) gemengd raken.

Het saneren van een eventuele grondwaterverontreiniging is alleen praktisch en technisch haalbaar tot een relatief beperkte diepte (ordegrootte honderd meter), afhankelijk van de lokale hydrogeologische omstandigheden en mogelijke impact op bedreigde objecten (bv. waterwinningen, kwelwater gevoede natuurgebieden). Voor een grotere diepte moet worden afgewogen of de impact, onzekerheden en risico's van een diepe sanering, waarvoor mogelijk veel boringen door het watervoerend pakket moeten worden geplaatst, niet groter zijn dan de bedreiging zelf.

Als daarom een calamiteit optreedt tijdens de schaliegaswinning ligt het in de lijn der verwachtingen dat niet direct wordt ingegrepen door middel van een sanering. Het effect van een eventuele verontreiniging is in dat geval af te meten aan het volume grondwater en de afstand tot de boring waar het grondwater boven een bepaalde norm verontreinigd is én of de verontreiniging een bedreiging voor een kwetsbaar object vormt.

Frackvloeistoffen

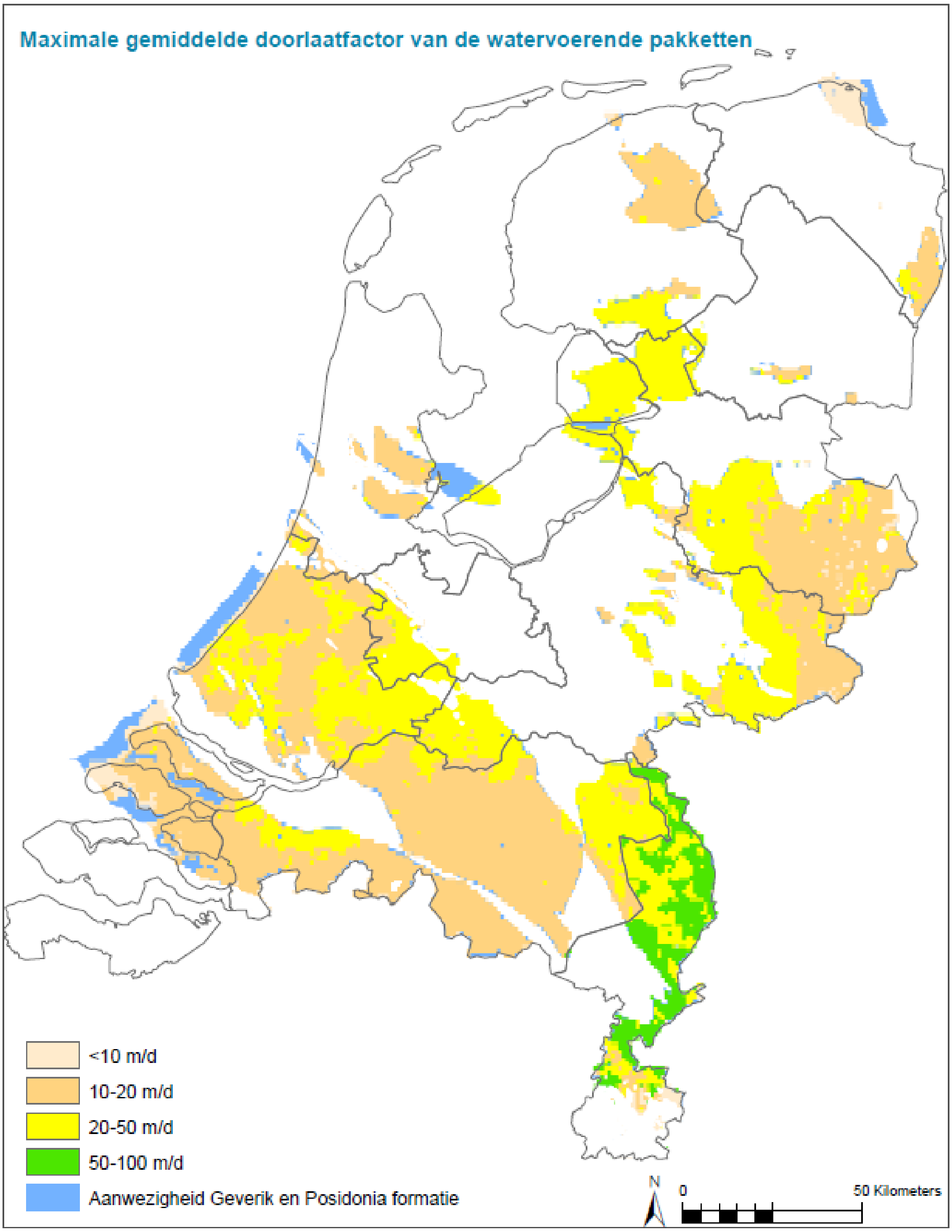
Gordalla et al. (2013) drukken de toxiciteit van een frackvloeistof uit in een verdunningsfactor. Deze factor of verhouding geeft aan hoeveel eenheden grondwater één eenheid frackmengsel kan verontreinigen tot boven de Europese en WHO drinkwater richtlijnen. Voor de meeste ingrediënten van frack vloeistoffen bedraagt deze verhouding 1:10.000 tot 1:100.000. Voor een stof als tetramethylammonium chloride, gebruikt als kleistabilisator in veel frack vloeistoffen, en in twee van de door Gordalla et al. (2013) bestudeerde boringen, is de benodigde verhouding zelfs 1:10^7. Niet voor alle stoffen zijn drinkwater richtlijnen beschikbaar. Daar waar geen richtlijnen beschikbaar zijn, hebben Gordalla et el. indicatieve gezondheidsgerelateerde waarden gehanteerd.

De afstand tot waar een dergelijke stof zich na vrijkomen bij een falende putintegriteit verspreidt tot boven de normen is afhankelijk van de grondwaterstromingssnelheid en dispersie in het watervoerend pakket. Zo kan op basis van eenvoudige benaderingen worden berekend, dat voor een periode van 50 jaar de afstand tussen een falende boring en het punt tot waar de verontreinigende stof de richtlijnen overschrijdt, minder dan 1 km bedraagt bij een doorlatendheid van 10 m/dag, en meer dan 4 km bij een doorlatendheid van 100 m/dag. Ofwel, in het geval dat er bij een schaliegasboring op 1 km afstand van een waterwinning in een watervoerend pakket met een doorlatendheid van minder dan 10 m/dg, een emissie is van tetramethylammonium, dan zal het meer dan 50 jaar duren voordat de richtlijnen worden overschreden in het onttrokken grondwater. In een zeer goed waterdoorlatend pakket (>100m/dag) is die afstand echter meer dan 4 km (zie Bijlage 13) voor de uitgangspunten van de berekening).

Tevens moet rekening worden gehouden met de lengte van de horizontale boring. Deze kan zich tot 1500 m vanaf de productielocatie uitstrekken. Wanneer aan het einde van deze boring de boring zelf of een frack een sub-verticale breuk raakt, dan kan de horizontale verplaatsingsafstand via deze breuk nog veel groter zijn, voordat vloeistoffen of gassen in het watervoerend pakket terecht komen. Bijvoorbeeld een breuk met een dip van 45 graden die op 3 km diepte wordt geraakt door een boring of frack en doorloopt tot in een watervoerend pakket op 100 m diepte, kan op nog eens bijna 3 km verder van de boring tot verspreiding van gassen en vloeistoffen in het watervoerend pakket leiden.

Het punt waarop vloeistoffen en gassen via de route boring-frack-breuk in een watervoerend pakket kunnen treden kan daarom op kilometers afstand van de well pad liggen. Het is de vraag of er voldoende frackvloeistof in de ondergrond aanwezig zal zijn om via deze route het grondwater te bereiken. Het formatiewater is zout en heeft daardoor een relatief hoge dichtheid. Deze vloeistof heeft daarom ook geen neiging naar boven te bewegen. Vrijkomende gassen (dit zal voornamelijk methaan zijn) of vloeistoffen waarin gas is opgelost, kunnen echter wel over grotere afstanden via breuken naar het ondiepe grondwater migreren. Dit wordt als een mogelijk mechanisme (naast mogelijk falende putintegriteit) genoemd waardoor in de VS tot enkele kilometers rond de boringen verhoogde methaanconcentraties in grondwater wordt aangetroffen, in o.a. (Vengosh, et al., 2013); (Jackson, et al., 2013); (Vengosh, et al., 2014).

In Figuur 5.15 is een overzicht gegeven van de gemiddelde doorlatendheden van de watervoerende pakketten ter plaatse van de schalieformaties.



Figuur 5.15 Maximale gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende pakketten binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond

Formatiewater en gassen

Bij het falen van de putintegriteit kunnen, naast mogelijke verspreiding van toxische componenten uit frackvloeistof, eventueel ook formatiewater en gassen met het grondwater mengen. Dit kan leiden tot verhoogde zout- en methaanconcentraties in het grondwater. Lostorn (2013) heeft door een eenvoudig rekenvoorbeeld laten zien dat op bijvoorbeeld 500 m onder het maaiveld, de gasdruk in de production casing en production tubing nog 50 bar hoger kan zijn dan de druk van het grondwater buiten deze

casings. Bij een falende putintegriteit kan dit leiden tot een continue uitstroom van gassen naar het watervoerend pakket.

Vengosh et al. (2014) geven aan lekkage van formatiewater en gassen naar het watervoerend pakket kunnen leiden tot verhoogde zoutconcentraties in het grondwater. Een tweede effect dat zij noemen is dat oxidatie van methaan via bacteriële sulfaatreductie kan leiden tot reductie van oxides en het oplossen van ijzer, mangaan en arseen. Een derde (hypothetisch) effect dat Vengosh et al. (2014) noemen is de vorming van toxische trihalomethanen (THM) die typisch kunnen ontstaan bij verhoogde methaanconcentraties in zout (grond)water.

In Nederland is op het ogenblik niets bekend over de vorming van THM op plaatsen waar verhoogde methaanconcentraties in het grondwater voorkomen. Of vorming van THM een reëel risico is, is daarom nu niet te zeggen.

5.4.3 ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN AAN MAAIVELD

5.4.3.1 *INLEIDING EN BEOORDELINGSKLASSEN*

De effecten bestaan uit de aantasting van de oorspronkelijke bodemkwaliteit (grond- en grondwater) door (ongewenste) gebeurtenissen op, of direct onder het maaiveld. De beoordeling van de effecten op de milieuhygiënische toestand van bodem en grondwater wordt gerelateerd aan de Wet Bodembescherming en de Circulaire Bodemsanering per 1 juli 2013. De bodem kan ten gevolge van incidenten negatief worden beïnvloed. Een positieve invloed is niet waarschijnlijk, en is feitelijk alleen mogelijk als reeds bestaande, historische bodemverontreiniging wordt verwijderd bij de voorbereiding of afronding van de schaliegas activiteiten. De beoordelingscriteria worden deels afgeleid van de volumina die in de Circulaire worden gehanteerd voor het aanduiden van ernstige bodemverontreiniging (100 m^3), of voor het bepalen van de spoedeisendheid (6.000 m^3). Weliswaar gelden deze grenzen formeel alleen voor historische bodemverontreiniging. Ze worden hier nuttig geacht voor het aanduiden van de omvang van een impact. Om ook grotere effecten te kunnen beoordelen is de grens van 100.000 m^3 toegevoegd.

Scoringsmethodiek Ongewenste gebeurtenissen aan het maaiveld
N.v.t.
N.v.t.
Geen, of te verwaarlozen effect, in het geval ontstane bodemverontreiniging: ▪ Minder dan 6.000 m^3 verontreinigd grondwater bedraagt ▪ Op korte termijn volledig kan worden voldaan aan de zorgplicht (volledig herstel bodemkwaliteit)
Een beperkt negatief effect,i n het geval ontstane bodemverontreiniging: ▪ Meer dan 6.000 m^3 grondwater bedraagt, maar minder dan 100.000 m^3 ▪ Na uitvoering van de zorgplichtsanering de restverontreiniging minder dan 6.000 m^3 bedraagt
Een negatief effect, in het geval ontstane bodemverontreiniging: ▪ Meer dan 100.000 m^3 grondwater bedraagt ▪ Na uitvoering van de zorgplichtsanering nog een restverontreiniging groter dan 6.000 m^3 achterblijft

Tabel 5.8 Scoringsmethodiek Effecten door ongewenste gebeurtenissen aan het maaiveld

5.4.3.2 *KANS OP ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN*

In de oorspronkelijke situatie zijn er in zowel de grond als het grondwater geen stoffen aanwezig zoals deze worden gebruikt tijdens de gaswinning c.q. aanwezig zijn in het aardgas. Indien de

schaliegaswinning wordt uitgevoerd zoals bedoeld, en indien geen onderdelen falen en het vooronderzoek volmaakt, dan zullen zich geen negatieve effecten voordoen. De negatieve effecten worden veroorzaakt door *de kans* op aantasting van de grond- en grondwaterkwaliteit als het gevolg van ongewenste gebeurtenissen zoals genoemd in paragraaf 5.1.2.

Uitwerking gebeurtenissen
De effectbeoordeling wordt uitgevoerd voor de meest relevante of maatgevende gebeurtenissen. Er zijn 3 maatgevende gebeurtenissen geselecteerd voor de beschouwing van de effecten op of nabij maaiveld niveau, de andere gebeurtenissen treden minder vaak op, of hebben kleinere gevolgen:

- **Lekkage opslag vuil afvalwater.** Voor de effectbeschouwing wordt uitgegaan van een eenmalige emissie van vuil afvalwater tot buiten de begrenzing van de productielocatie van ordegrootte 100-250 m^3. De maximale emissie op de locatie zal circa 500 m^3 zijn, waarvan echter een groot deel op de locatie achterblijft en door de (ondergrondse) riolering / zich op het niveau van het maaiveld in milieugoten weer wordt opgevangen. Het afvalwater bestaat uit een mengsel van frack vloeistof en / of productie water. Bij de maximale benutting van de ondergrond voor schaliegas, kan deze gebeurtenis zich één of enkele malen voordoen per deelgebied verspreidt over de gehele gebruiksduur van de boor- en productielocaties.

- **Lekkage vuilwaterriool.** Het (ondergronds) vuilwaterriool kan binnen elke winning op een of meer plaatsen kleine lekkages gaan vertonen. De samenstelling van het af te voeren water is sterk wisselend, maar kan behalve productie/frackwater ook hogere concentraties condensaat bevatten (reinigen installatie). De lekkages kunnen door grondwatermonitoring worden getraceerd. Ze kunnen geruime tijd voortduren (kleine hoeveelheden over langere tijd). In de praktijk is doorgaans sprake van meerdere kleinere impacts, die doorgaans goed op te ruimen zijn na verwijdering van de bovenliggende infrastructuur.

- **Lekkage distributienetwerk.** Dit is de kans op een calamiteit bij het transport van productie water van de productielocatie naar de verwerking op de gasbehandelingslocatie. De kans op deze emissie is vergelijkbaar met de lekkage van de opslag van vuil afvalwater, met dat verschil dat bij een lange transportleiding sprake kan zijn van een langdurige lekkage met kleinere hoeveelheden. Het transport betreft niet zozeer een mengsel van vloeistoffen, maar of frackoplossing, of productie water. Het is ook mogelijk dat de leiding wordt geraakt bij graaf- of boorwerkzaamheden. In dat geval is de calamiteit vergelijkbaar met de lekkage van de vuilwater opslag.

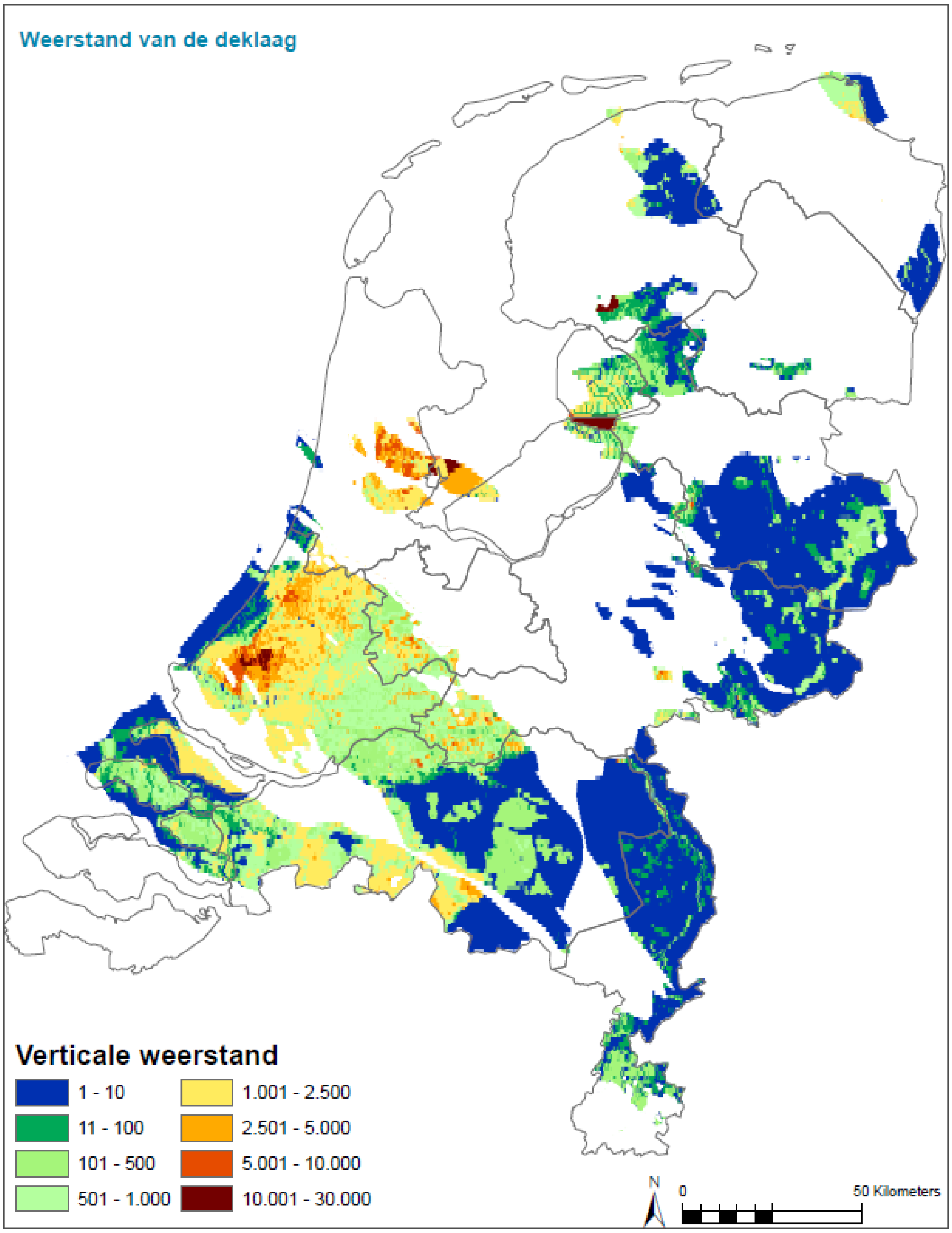
De risico’s op een blow-out worden bij de schaliegaswinning verwaarloosbaar genoemd. Omdat de inrichting moet voldoen aan de Nederlandse Richtlijn Bodembeschermende voorzieningen is de kans dat de andere gebeurtenissen (zoals in de inleiding van dit hoofdstuk genoemd) zich voordoen klein, en zullen de effecten vallen binnen de hierboven geselecteerde gebeurtenissen. De overige gebeurtenissen zijn: lekkage opslag van boor- en frackvloeistof en chemicaliën, lekkage condensaatleiding, -opslag en –afvoer en de afvoer gezuiverd water.

Van kans op optreden naar aantal malen per deelgebied
Uit de beschouwing van de ongewenste gebeurtenissen blijkt dat de maatgevende gebeurtenis, de lekkage van de vuilwateropslag, zich minimaal een of enkele malen voor zal doen per deelgebied. Er kan daarom worden gesproken van een effect als gevolg van een gebeurtenis in plaats van *de kans* op een effect.

5.4.3.3 EFFECTEN VAN ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN

Invloed deklaag en landschapstype

Voor de bepaling van de effecten op de bodem en grondwaterkwaliteit (ondiep) is vooral de weerstand van de bovenste meters van de bodem van belang. Deze weerstand is opgenomen in Figuur 5.16. De blauwe gebieden, overwegend zandgebieden, hebben een lage weerstand tegen infiltratie, soms maar enkele dagen. De droogmakerijen of polders daarentegen hebben een hoge weerstand, tot meer dan 10.000 dagen.



Figuur 5.16 Weerstand van de deklaag in dagen binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond

Invloed van gedrag stoffen/vloeistoffen op verspreiding in het milieu
Bij de effectbeschouwing zijn behalve de bodemeigenschappen en de hoeveelheid, ook de eigenschappen van de afzonderlijke verontreinigende stoffen van belang. De eigenschappen hebben invloed op het verspreidingsgedrag van verontreinigende stoffen en dientengevolge de effecten voor het milieu.

- Productiewater kan een soortelijk gewicht hebben dat 3-5% hoger is dan het soortelijk gewicht van water. Het productie water kan zich daardoor als afzonderlijke fase snel verticaal verplaatsen in grondwater. In de bodem kan dit verschijnsel zich voordoen als niet of nauwelijks weerstand biedende lagen (klei/leem/veen) voorkomen. Dit kan zich vooral voordoen in de gebieden met een weerstand van minder dan 100 dagen.
- Van mobiel tot immobiel. De meeste mobiele stoffen bewegen mee met de grondwaterstroming. Dit leidt tot een relatief snelle verspreiding, maar betekent ook dat deze stoffen goed saneerbaar zijn door grondwateronttrekking (en op nieuw ontstane verontreinigingen rust een saneringsplicht). Het meest problematisch zijn de verontreinigende stoffen die enigszins vertragen ten opzichte van de grondwaterstroming en die zich ook hechten aan de bodemmatrix. De stoffen zijn moeilijker saneerbaar, en langer in het milieu aanwezig. Benzeen is hier een voorbeeld van, en is een component van de geselecteerde gebeurtenissen. De sanering van een omvangrijke benzeenverontreiniging is kostbaar en niet altijd mogelijk.

Effectbeschrijving per deelgebied
De weerstand van de deklaag is gecorreleerd met de landschapstypen en vergeleken met de weerstand van de deklaag in de deelgebieden. Voor vrijwel alle deelgebieden kan een enkel landschapstype als richtinggevend worden gekozen. Alleen in Noord-Nederland is de weerstand van het zeekleigebied duidelijk afwijkend ten opzichte van de zandgebieden en veenkoloniën. In het groene hart is weliswaar sprake van verschil in weerstand van de deklaag tussen de droogmakerij enerzijds en het rivierengebied en laagveen gebied anderzijds, maar dit is niet merkbaar in de effectbeoordeling, omdat de weerstand van de deklaag in het algemeen hoog is. In Tabel 5.9 is aangegeven of voor de beoordeling een tweede landschapstype moet worden gehanteerd in een deelgebied.

Deelgebied	Overwegend Landschapstype	Noodzaak 2e Landschapstype	Toelichting
Zuid-Limburg	Heuvelland	Nee	
Noord-Brabant en -Limburg	Zandgebied	Nee	Weerstand deklaag van overige typen niet verschillend (<500d)
Oost-Nederland	Zandgebied	Nee	
Noord-Nederland	Zandgebied	Zeekleigebied	Weerstand deklaag overige typen verschillen niet wezenlijk
Groene hart	Rivierengebied	Droogmakerij	Rivierengebied en laagveen 500<d<1000 (gem) Droogmakerij 1000-2500d
Laag Holland	Droogmakerij	Nee	Weerstand deklaag 2500-5000d
Flevoland	Droogmakerij	Nee	
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Zeekleigebied	Nee	
Zuidvleugel	Zeekleigebied	Nee	
Kustzone	Kustzone	Nee	

Tabel 5.9 Verantwoording deelgebiedskeuze en noodzaak opsplitsing meer landschapstypen voor het beoordelingscriterium bodem en grondwater ondiep

Zuid-Limburg
Bij een calamiteit met de opslag van vuil afvalwater, waarbij secundaire voorzieningen ontoereikend zijn, kunnen verontreinigingen zich verspreiden door goed doorlatende lagen. Hierdoor kunnen aanzienlijke hoeveelheden grond en grondwater verontreinigd raken. Plaatselijk is de weerstand van de deklaag laag (<10 dagen), en is sprake van sterke infiltratie en er kan dichtheidsstroming optreden. De verontreiniging kan watervoerende pakketten bereiken, en zeker gezien de hoge stroomsnelheden in de grindige afzettingen in Zuid-Limburg leiden tot een grote impact. Daarbij is het vrijwel niet mogelijk om de oorspronkelijke milieuhygiënische situatie te herstellen. De verontreinigde grond kan weliswaar worden ontgraven, het grondwater is diep en omvangrijk (tot >100.000m^3) verontreinigd. Er is sprake van een negatief effect. Eenzelfde effect doet zich voor als de leidingen van het distributienetwerk worden geraakt bij grondwerkzaamheden. De locaties bevinden zich niet in grondwaterbeschermingsgebieden. De drinkwaterbereiding komt bij deze impacts vanaf maaiveld niet in gevaar, maar de grondwaterkwaliteit in de watervoerende pakketten kan voor langere tijd (decennia) zijn beïnvloed.
Opgemerkt moet worden dat plaatselijk in het Heuvellandschap de weerstand van de deklaag beduidend groter kan zijn door klei/löss voorkomens. Op die plaatsen verspreidt de verontreiniging zich aanzienlijk langzamer, en zijn de effecten minder, *beperkt negatief tot zelfs te verwaarlozen.*

Bij lekkage van de vuilwaterriolering komen kleinere hoeveelheden verontreinigende stoffen vrij, maar wel op meer plaatsen. De omvang van de verontreiniging zal zich beperken tot de directe omgeving van de locatie. Er is sprake van een beperkt negatief effect. De verontreiniging kan na abandonneren van de locatie worden opgeruimd.

De lekkage aan het distributienetwerk kan langdurig plaatsvinden zonder dat dit direct ontdekt wordt. Regelmatige technische controles van het distributienetwerk en monitoring van de verpompte debieten kunnen voorkomen dat dit gebeurt. Door verspreiding naar de diepere ondergrond, evenals het feit dat lekkage mogelijk lang onopgemerkt blijft, kan er sprake zijn van een negatief effect. Ook hiervoor geldt dat op de plaatsen waar löss/klei/leem voorkomt, de effectbeoordeling afneemt tot beperkt negatief.

Noord-Brabant, Noord-Limburg en Oost-Nederland
De effecten van de schaliegaswinning in deze deelgebieden zijn vergelijkbaar met het Heuvelland. Lekkages of calamiteiten aan de vuilwateropslag of het distributienetwerk zijn maatgevend. Maar de omvang van de grondwaterverontreiniging zal in deze deelgebieden naar verwachting iets geringer zijn dan in het Heuvelland als gevolg van lagere grondwaterstromingssnelheden in de watervoerende lagen. In deze deelgebieden wordt overwegend gesproken van een beperkt negatief effect. Plaatselijk kan de verspreiding wel hoger zijn. Er wordt overigens van uit gegaan dat sanering van eenmaal ontstane verontreiniging conform de zorgplicht op korte termijn wordt opgepakt. De verontreinigingen aan de vaste grond kunnen worden verwijderd, maar het is maar de vraag of de dieper gelegen grondwaterverontreiniging volledig kan worden verwijderd, en de grondwaterkwaliteit is voor langere tijd aangetast. De drinkwatervoorziening komt niet in gevaar omdat activiteiten voor de schaliegaswinning binnen grondwaterbeschermingsgebieden niet zijn toegestaan.
In het zuidwestelijk deel van Noord-Brabant is de weerstand van de deklaag gemiddeld gesproken hoger, en nemen de effecten, vergelijkbaar met de lössgebieden in Limburg af, in dit geval naar *verwaarloosbaar.*
Ook in de zandgebieden van Oost-Nederland zijn plaatselijk minder goed doorlatende zones aanwezig. Bij lekkage van de vuilwaterriolering komen kleinere hoeveelheden verontreinigende stoffen vrij, maar wel op meer plaatsen. De omvang van de verontreiniging zal zich beperkten tot de directe omgeving van de locatie. Er is sprake van een *verwaarloosbaar effect*. De verontreiniging kan na abandonneren van de locatie worden opgeruimd.

Noord-Nederland

In de kaart met deklaagweerstanden kan worden afgelezen dat grote delen van Noord-Nederland worden gekarakteriseerd door zandgebieden met een lage weerstand. Ook bij de veenkoloniën in Noordoost-Nederland is sprake van een zeer goed doorlatende zandige bovenlaag omdat het oorspronkelijke, slecht doorlatende hoogveen voor het overgrote deel in het verleden is afgegraven.

Bij een calamiteit van de opslag voor vuil afvalwater of beschadigingen aan het distributienetwerk van productie- naar gasbehandelingslocatie is daarom sprake van een negatief effect, vergelijkbaar met de zandgebieden van Noord-Brabant, Noord-Limburg en Oost-Nederland. Uitzonderingen in Noord-Nederland zijn de zeekleigebieden bij de Eems en het laagveengebied op de grens van Friesland en Overijssel. De impacts op bodem en grondwater blijven daar relatief gering en er is sprake van een beperkt negatief effect. In het laagveengebied zal de ondiepe grondwaterstand in combinatie met het veen verticale verspreiding tegen gaan. De emissies zullen wel snel het oppervlaktewatersysteem bereiken (zie desbetreffende paragraaf).

Bij lekkage van de vuilwaterriolering komen kleinere hoeveelheden verontreinigende stoffen vrij, maar wel op meer plaatsen. De omvang van de verontreiniging zal zich beperkten tot de directe omgeving van de locatie. Er is sprake van een beperkt negatief effect. De verontreiniging kan na abandonneren van de locatie worden opgeruimd.

Groene hart

In het groene hart komen meerdere landschapstypes voor. In het algemeen is de weerstand van de deklaag gemiddeld tot hoog, en de vloeistofdoorlatendheid laag. Het rivierengebied in het groene hart behoort tot laag Nederland, met binnendijkse gebieden en een afwatering met sloten. In het gehele groene hart is daarom sprake van een opwaartse verticale stroming.

Een emissie van vuil afvalwater of productie water zal zich maar beperkt verplaatsen. De impacts op grond en grondwater moeten conform de Nederlandse wet- en regelgeving zo spoedig mogelijk worden opgeruimd, en blijven in beginsel beperkt van omvang. Een calamiteit wordt direct geconstateerd (falen opslag vuil afvalwater). Een trage langdurige lekkage van het distributienetwerk of de vuilwater riolering, kan langere tijd voortduren zonder opgemerkt te worden. De locaties bevinden zich bovendien in zettingsgevoelig gebied, en de riolering zal eerder lekkages gaan vertonen dan in de zandgebieden. De emissies van de riolering zijn echter beperkt van omvang, en zullen mede door de opwaartse grondwaterstroming de begrenzing van de locatie niet of nauwelijks overschrijden. Na abandonnering is volledige sanering mogelijk. Een langzame lekkage van het distributienetwerk wordt vastgesteld door debietmonitoring, als er verschil ontstaat tussen het weggestuurde en ontvangen productie water en / of uit de resultaten van een technische controle van het leidingsysteem. Vanwege de grote lengte van de leidingen (5 km.) is het traceren van de lekkage niet eenvoudig. Het is echter onwaarschijnlijk dat in dit grondwatersysteem een verontreiniging ontstaat van meer dan 6000 m^3, of een verontreiniging die niet kan worden opgeruimd. Er is daarom (zeker op langere termijn) sprake van een verwaarloosbaar effect.

Laag Holland

De droogmakerijen en laagveengebieden van Laag Holland kenschetsen zich door een zeer slechte doorlatendheid en hoge weerstand van de deklaag. Daarnaast stroomt het grondwater door de ontwatering verticaal omhoog. De weerstand tegen verspreiding is groter dan in het Groene hart. Emissies worden in de bovenste toplaag afgeremd, en zullen in het oppervlaktewater systeem terecht komen. Bij lekkage van de vuilwaterriolering zal de omvang van de verontreiniging zich beperkten tot kleine spots op de locatie. De verontreiniging kan na abandonneren van de locatie worden opgeruimd.

De effecten op bodem en grondwater zijn te verwaarlozen.

Flevoland
In de Flevoland is sprake van droogmakerijen. De effecten zijn vergelijkbaar met de droogmakerijen en rivierkleigebieden in het groene hart, en te verwaarlozen.

Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en Zuidvleugel
De zeekleigebieden van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en de Zuidvleugel rondom het Rotterdamse havengebied kenschetsen zich door een toplaag van klei/veen. De bodem heeft een lage doorlatendheid, en ook al is plaatselijk niet sprake van een opwaartse grondwaterstroming, de verspreiding van verontreinigende stoffen blijft in het algemeen beperkt. Er is een relatief dicht net van sloten aanwezig voor ontwatering en tegen overstromingen.
De effecten zijn vergelijkbaar met het Groene hart en te verwaarlozen. Zeer plaatselijk neemt de weerstand in de deklaag af in het zuidoosten van deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden, West Brabant. Op deze plaats is sprake van een zandig ontwikkeld bodemprofiel en zijn de effecten beperkt negatief.

Kustzone
De kustzone kenschetst zich door goed doorlatende, zandige afzettingen. De emissies kunnen zich goed verplaatsen, vergelijkbaar met de zandgebieden. De kuststrook is smal, maar op veel plaatsen komen oppervlakkige zoetwatervoorraden voor, die "drijven" op het zoute of brakke grondwater nabij de kust. De zoetwatervoorraden bieden weerstand tegen verzilting en zijn kwetsbaar voor impacts. In de duinen van de kustzone vindt geen afvoer plaats via sloten, maar infiltreert al het regenwater (en emissies) in de bodem. De effecten zijn op deze plaats negatief. Het saneren van een grote impact in het grondwater is niet goed mogelijk omdat brak of zout grondwater wordt aangetrokken.
In de lagere zones van het kustgebied, achter de duinstrook, is wel een slotenpatroon aanwezig voor afwatering.

5.5 EFFECTBEOORDELING PER DEELGEBIED

5.5.1 VERTICALE MIGRATIE

Zoals in de NRD (Ministerie van Economische Zaken, 2014) is beschreven, biedt de indeling in landschapstypen voor het beoordelen van de effecten binnen thema 'Diepe ondergrond en stabiliteit' waaronder verticale migratie valt, geen directe meerwaarde omdat er geen of nauwelijks een relatie is tussen de effecten van interferentie en type landschap. In deze paragraaf is de indeling naar landschapstypen daarom niet gebruikt.

De verticale verspreiding van gassen en vloeistoffen door de schalie-afdekkende geologische lagen (route 4b in Figuur 5.1, Figuur 5.9 en Tabel 5.1) is te gering om een effect op watervoerende pakketten te hebben. Dit proces is daarom niet maatgevend. De enige zones waar eventueel een verhoogde kans op dit proces bestaat zijn de gearceerde gebieden. In deze gebieden komen weinig afdekkende formaties voor en die plaatselijk mogelijk ook meer doorlatend zijn.

Verticale verspreiding van gassen en vloeistoffen via fracks (route 4c in Figuur 5.1, Figuur 5.9 en Tabel 5.1) wordt mogelijk geacht wanneer de verticale afstand tussen schalielaag en geohydrologische basis minder is dan 600 m. Een geringere kans is aanwezig wanneer deze afstand 600 tot 1000 m bedraagt. De kans is vrijwel nihil wanneer deze afstand groter is dan 1000 m. Zoals Tabel 5.10 laat zien, komen afstanden van minder dan 1000 m alleen voor in Zuid-Limburg en langs de randen van de schalievoorkomens waar de schalie relatief ondiep ligt. Dit verspreidingsproces is daarom ook niet maatgevend.

Onder natuurlijke omstandigheden migreren olie en gas van de Posidonia Schalie Formatie en het Geverik Laagpakket via breuken verticaal naar ondiepe geologische lagen. Het is zelfs niet ondenkbaar dat het methaan dat in het grondwater van sommige drinkwaterwinningen wordt aangetroffen zijn oorsprong in één van deze moedergesteenten heeft. Verplaatsing van gassen en vloeistoffen via breuken vanuit de schalielagen (route 4a in Figuur 5.1 en Tabel 5.1) is daarom een reële mogelijkheid en het is van belang dat eventuele winning van schaliegas niet te dichtbij breuken die tot de watervoerende pakketten doorlopen plaatsvindt.

Zuid-Limburg
In Zuid-Limburg reiken breuken tot in het Krijt, waar belangrijke watervoerende pakketten gevormd worden door kalksteen van de Formaties van Maastricht, Gulpen en Houthem. Deze breuken zijn niet opgenomen in het onderzoek van Van Gessel (2014) maar de meeste van deze breuken zullen hun oorsprong hebben in het onderliggende Carboon en dus ook mogelijk het Geverik Laagpakket. Deze breuken vormen daarom een grote kans op verticale verspreiding van vloeistoffen en gassen vanuit de schalie naar de bovenliggende watervoerende pakketten.

De verticale afstand tussen de geohydrologische basis en het Geverik Laagpakket is in Zuid-Limburg vrij gering. De kans op verspreiding van vloeistoffen en gassen via fracks tot in de watervoerende pakketten is aanwezig.

Oosten van Gelderland en Overijssel
In de oostelijke helft van Gelderland en Overijssel komt in de Vroeg-Tertiaire Dongen Formatie dikke zandlagen voor die potentiële watervoerende pakketten vormen. De breuken met een bereik tot in het Vroeg-Tertiair hebben, vormen daarom een kans op verticale verspreiding van vloeistoffen en gassen vanuit de schalie naar de bovenliggende watervoerende pakketten.

Noord-Brabant, noordelijk deel Limburg en het Groene Hart
In de zuidelijke en oostelijke provincies omvatten de Formaties van Breda, Oosterhout en de Kiezelooöliet Formatie dikke zandige pakketten. Deze watervoerende pakketten worden door een groot aantal breuken met een verzet tot in het Tertiair en Pleistoceen doorsneden. Ook in het Groene Hart komen veel breuken voor met een verzet tot in het tertiaire en pleistocene eenheden. Deze breuken vormen daarom een kans op verticale verspreiding van vloeistoffen en gassen vanuit de schalie naar de bovenliggende watervoerende pakketten.

In enkele kleine deelgebieden van Noord-Brabant en het noordelijk deel van Limburg worden de watervoerende pakketten tevens alleen gescheiden van de schalielagen door tertiaire kleilagen. Deze lagen kunnen deels en plaatselijk zandig ontwikkeld zijn, waardoor een licht verhoogde kans bestaat op verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door deze afdekkende lagen.

Zuidvleugel, Kustzone, Laag Holland
In de Zuidvleugel, Kustzone, Laag Holland hebben de meeste breuken een verzet tot in het Tertiair of dieper dan de Noordzee Groep, terwijl het watervoerende pakket daar door Pleistocene afzettingen worden gevormd. Deze breuken vormen daarom een beperkte kans op verticale verspreiding van vloeistoffen en gassen vanuit de schalie naar de bovenliggende watervoerende pakketten.

De overige breuken die niet tot in de Noordzee Groep reiken vormen een geringe kans op verticale verspreiding tot in de watervoerende pakketten.

Noord-Nederland en Flevoland
De schalieformaties bevinden zich op grote diepe en er is weinig bekend van breuken die doorlopen tot in de watervoerende pakketten. Nader onderzoek is nodig. Vooralsnog wordt de kans op verticale migratie ingeschat als zeer gering tot te verwaarlozen.

Deelgebied	Effectbeoordeling Verticale migratie vloeistoffen en gassen vanuit diepe ondergrond
Zuid-Limburg	• Er is een kans op een negatief effect door de geringe dikte van de scheidende lagen tussen de schalie en watervoerende pakketten. • Er lopen breuken vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten. Hierdoor is er een kans op verspreiding van vloeistoffen en gassen vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten. De grondwaterkwaliteit kan worden beïnvloed door met gassen en vloeistoffen vanuit de schalielaag of vanuit de fracks.
Noord-Brabant, noordelijk Limburg,	• De scheidende lagen tussen de schalie en de watervoerende pakketten zijn meer dan 1000 m. De kans op verticale verspreiding door deze afsluitende lagen naar de watervoerende pakketten is daarom verwaarloosbaar. • In deelgebieden van Noord-Brabant en het noordelijk deel van Limburg worden de watervoerende pakketten tevens alleen gescheiden van de schalielagen door tertiaire kleilagen. Deze lagen kunnen deels en plaatselijk zandig ontwikkeld zijn, waardoor plaatselijk een geringe kans bestaat op verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door deze scheidende lagen. • Er lopen breuken vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten. Hierdoor is er een kans op verspreiding van vloeistoffen en gassen vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten. Er is een kans op een negatief effect door de aanwezigheid van breuken vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten en plaatselijk een geringe kans door mogelijk zandig ontwikkelde scheidende lagen. De kans is hierdoor aanwezig dat de grondwaterkwaliteit wordt beïnvloed door gassen vanuit de schalielaag of vanuit de fracks.
Groene Hart	• De scheidende lagen tussen de schalie en de watervoerende pakketten is in het algemeen meer dan 1000 m. De kans op verticale verspreiding door deze afsluitende lagen naar de watervoerende pakketten is daarom verwaarloosbaar. • In deelgebieden is de dikte van de scheidende lagen tussen schalie en de watervoerende pakketten kleiner dan 1000 m en zeer plaatselijk zelfs minder dan 600 m. In deze deelgebieden is een geringe kans aanwezig op verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door deze scheidende lagen. • Er is een kans dat breuken vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten doorlopen. Hierdoor is er een kans op verspreiding van vloeistoffen en gassen vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten via breuken. Er is een kans op een negatief effect door de aanwezigheid van breuken vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten en plaatselijk een geringe kans door dunne scheidende lagen. De kans is hierdoor aanwezig dat de grondwaterkwaliteit wordt beïnvloed door gassen vanuit de schalielaag of vanuit de fracks.
Oost-Nederland	• De scheidende lagen tussen de schalie en de watervoerende pakketten is in het algemeen meer dan 1000 m. De kans op verticale verspreiding door deze afsluitende lagen naar de watervoerende pakketten is daarom verwaarloosbaar. • In kleine deelgebieden is de dikte van de scheidende lagen tussen schalie en de watervoerende pakketten kleiner dan 1000 m en zeer plaatselijk zelfs minder

Deelgebied	Effectbeoordeling Verticale migratie vloeistoffen en gassen vanuit diepe ondergrond
	dan 600 m. In deze deelgebieden is een geringe kans aanwezig op verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door deze scheidende lagen. • Er is een kans dat breuken vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten doorlopen. Hierdoor is er een kans op verspreiding van vloeistoffen en gassen vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten via breuken. Er is een kans op een negatief effect door de aanwezigheid van breuken vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten en plaatselijk een geringe kans door dunne scheidende lagen. De kans is hierdoor aanwezig dat de grondwaterkwaliteit wordt beïnvloed door gassen vanuit de schalielaag of vanuit de fracks.
Zuidvleugel, Kustzone, Laag Holland	• De scheidende lagen tussen de schalie en de watervoerende pakketten is in het algemeen meer dan 1000 m. De kans op verticale verspreiding door deze afsluitende lagen naar de watervoerende pakketten is daarom verwaarloosbaar. • In deelgebieden is de dikte van de scheidende lagen tussen schalie en de watervoerende pakketten kleiner dan 1000 m en zeer plaatselijk zelfs minder dan 600 m. In deze deelgebieden is een geringe kans aanwezig op verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door deze scheidende lagen. • In deze deelgebieden komen veel breuken voor met een verzet tot in vroeg-tertiaire eenheden. Deze breuken kunnen mogelijk doorlopen tot in watervoerende pakketten. Hierdoor is er een geringe kans op verspreiding van vloeistoffen en gassen vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten via breuken. Er is een geringe kans op een negatief effect door de aanwezigheid van breuken vanuit de schalie tot in de watervoerende pakketten en plaatselijk door dunne scheidende lagen. Er is hierdoor een geringe kans aanwezig dat de grondwaterkwaliteit wordt beïnvloed door gassen vanuit de schalielaag of vanuit de fracks.
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	• In het algemeen zijn de scheidende lagen tussen de schalie en watervoerende pakketten meer dan 1000m dik. • In een deel van Zeeland worden de watervoerende pakketten alleen gescheiden van de schalielagen door tertiaire kleilagen. Deze lagen kunnen deels en plaatselijk zandig ontwikkeld zijn, waardoor een geringe kans bestaat op verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door deze afdekkende lagen. • Er zijn hier weinig breuken met een verzet tot in watervoerende pakketten bekend. Echter, de breuken in het Geverik Laagpakket zijn slecht bekend. Nader onderzoek van deze breuken kan deze classificatie daarom wijzigen. Er is een geringe kans is dat de grondwaterkwaliteit wordt beïnvloed door vloeistoffen en gassen vanuit de schalielaag of vanuit de fracks.
Noord-Nederland	• In het algemeen zijn de scheidende lagen tussen de schalie en watervoerende pakketten meer dan 1000m dik. De kans dat de grondwaterkwaliteit wordt aangetast door verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door deze afdekkende lagen is verwaarloosbaar. • Er zijn hier weinig breuken met een verzet tot in watervoerende pakketten bekend. De kans dat de grondwaterkwaliteit wordt aangetast door verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door breuken is daarom gering. Echter, de breuken in het Geverik Laagpakket zijn slecht bekend. Nader onderzoek van deze breuken kan deze classificatie daarom wijzigen. Er is een geringe kans dat de grondwaterkwaliteit wordt beïnvloed door vloeistoffen en

Deelgebied	Effectbeoordeling Verticale migratie vloeistoffen en gassen vanuit diepe ondergrond
	gassen vanuit de schalielaag of vanuit de fracks.
Flevoland	• In het algemeen zijn de scheidende lagen tussen de schalie en watervoerende pakketten meer dan 1000m dik. De kans dat de grondwaterkwaliteit wordt aangetast door verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door deze afdekkende lagen is verwaarloosbaar. • Er zijn hier weinig breuken met een verzet tot in watervoerende pakketten bekend. De kans dat de grondwaterkwaliteit wordt aangetast door verticale verplaatsing van gassen en vloeistoffen door breuken is daarom gering. Echter, de breuken in het Geverik Laagpakket zijn slecht bekend. Nader onderzoek van deze breuken kan deze classificatie daarom wijzigen. Er is een geringe kans dat de grondwaterkwaliteit wordt beïnvloed door vloeistoffen en gassen vanuit de schalielaag of vanuit de fracks.

Tabel 5.10 Overzicht effectbeoordeling op grondwaterkwaliteit per deelgebied als gevolg van verticale migratie vloeistoffen en gassen vanuit diepe ondergrond.

5.5.2 PUTINTEGRITEIT

In Tabel 5.11 zijn de effectbeoordelingen per deelgebied weergegeven. De diepte van de schalielaag is bepalend voor de kans dat er een integriteitsprobleem voordoet. De diepte tot de geohydrologische basis is bepalend voor de kans dat dit integriteitsprobleem ook daadwerkelijk de grondwaterkwaliteit beïnvloedt.

Deelgebied	Effectbeoordeling *Putintegriteit*
Zuid-Limburg	• De diepte tot waar in dit deelgebied watervoerende pakketten voorkomen neemt toe van zuid naar noord. In het grootste deel van het deelgebied is deze diepte echter gering (<200m). De kans dat een integriteitsprobleem tot beïnvloeding van de bodemkwaliteit ter hoogte deze watervoerende pakketten leidt is daarom gering. • De diepte tot de schalie is ook gering (1000-2000 m), waardoor er in verhouding een geringe kans is op integriteitsproblemen. De kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door integriteitsproblemen is gering.
Limburg	• In Noord-Limburg is sprake van relatief dunne watervoerende pakketten (veelal <200m). De kans dat een integriteitsprobleem tot beïnvloeding van de bodemkwaliteit ter hoogte deze watervoerende pakketten leidt is daarom gering. • De diepte tot de schalie varieert sterk van zuidwest naar noordoost van geringe tot plaatselijk grote diepte (1500-4500m), waardoor er een kans is op integriteitsproblemen. De kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door integriteitsproblemen is gering.
	• In Midden Limburg liggen zeer diepe (>400 m) grondwatervoorraden. Er is daardoor een kans aanwezig dat integriteitsproblemen leiden tot beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit. • De schalieformatie ligt hier diep (plaatselijk >4000 m) ligt. Er is daardoor naar verhouding een kans aanwezig op integriteitsproblemen. Er is een kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door integriteitsproblemen.
Noord-Brabant	• Watervoerende pakketten komen tot vrij grote dieptes voor (200-400 m). Hierdoor is er een geringe kans op een negatief effect van falen van de

Deelgebied	Effectbeoordeling *Putintegriteit*
	putintegriteit op de grondwaterkwaliteit. • In het grootste deel van dit deelgebied is de diepte tot de schalielagen matig (1000-3000 m), waardoor er in verhouding een geringe kans is op integriteitsproblemen. De kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door integriteitsproblemen is gering.
	Wanneer voor het gebied ten zuiden van Eindhoven wordt aangenomen dat (delen van) de Formatie van Breda tot grote diepte zandig zijn ontwikkeld en daarom de geohydrologische basis (veel) dieper ligt dan de huidige modellen aangeven, en waar het Geverik Laagpakket op grote diepte voorkomt, dan is er is een kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door integriteitsproblemen
Oost-Nederland	• De diepte tot waar in dit deelgebied watervoerende pakketten voorkomen is in deze deelgebieden gering (vaak veel minder dan 200m). • De diepte tot de schalie is in het grootste deel van deze deelgebieden wel groot (tot 4000-5000 m). Er is daarom een reële kans op integriteitsproblemen, maar de watervoerende pakketten kunnen door hun geringe diepte goed afgeschermd worden door de surface casing. De kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit is gering.
Noord-Nederland, Flevoland	• De diepte tot waar watervoerende pakketten in deze deelgebieden voorkomt is sterk variabel van gering tot matig diep. Hierdoor is er een kans op een negatief effect van falen van de putintegriteit op de grondwaterkwaliteit. • De diepte tot de schalie is groot, waardoor er naar verhouding een kans bestaat dat er putintegriteitsproblemen optreden. Er is een kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door integriteitsproblemen.
Groene Hart, Laag Holland	• Watervoerende pakketten komen tot vrij grote dieptes voor (200-400 m). Hierdoor is er een kans op een negatief effect van falen van de putintegriteit op de grondwaterkwaliteit. • In het grootste deel van deze deelgebieden is de diepte tot de schalielagen matig (1000-3000 m), waardoor er in verhouding een geringe kans is op integriteitsproblemen. De kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door integriteitsproblemen is gering.
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	• De diepte tot waar watervoerende pakketten in dit deelgebied voorkomt is gering (<200 m). Hierdoor is er een geringe kans op een negatief effect van falen van de putintegriteit op de grondwaterkwaliteit. • De diepte tot de schalie varieert van 1000 tot meer dan 4000 m. in de zone met de grootste diepste tot de schalie is ook de kans op het voorkomen van putintegriteitsproblemen naar verhouding het grootst. Er is daarom een kans op integriteitsproblemen, maar de watervoerende pakketten kunnen door hun geringe diepte goed afgeschermd worden door de surface casing. De kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit is gering.
Zuidvleugel, Kustzone	• Watervoerende pakketten komen tot vrij grote dieptes voor (200-400 m). Waar de watervoerende pakketten dun zijn is de kans op een negatief effect van falen van de putintegriteit op de grondwaterkwaliteit gering. Plaatselijk is deze kans aanwezig. • In een groot deel van deze deelgebieden is de diepte tot de schalielagen vrij groot (>3000 m). Er is daarom naar verhouding een kans op falen van de putintegriteit aanwezig.

Deelgebied	Effectbeoordeling *Putintegriteit*
	Er is een kans op beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit door integriteitsproblemen.

Tabel 5.11 Overzicht effectbeoordeling op grondwaterkwaliteit per deelgebied als gevolg van falen van de putintegriteit

5.5.3 ONGEWENSTE GEBEURTENISSEN AAN MAAIVELD

In Tabel 5.12 zijn de effectbeoordelingen per deelgebied weergegeven[22]. De opbouw van de ondergrond is bepalend voor de mate en snelheid waarmee een verontreiniging zich verspreidt.
Vooral de doorlatendheid van de aanwezige deklaag speelt hierbij een rol. Daarnaast is van belang of sprake is van een opwaartse of neerwaarts gerichte grondwaterstroming. Omdat eerder is uiteengezet dat de kans op optreden op het niveau van een deelgebied vergelijkbaar is met 1 (of meer), zullen de effecten zich in de praktijk ook werkelijk kunnen voordoen.

Voor wat betreft de effecten op bodem en grondwater als gevolg van emissies op maaiveld, kennen de droogmakerijen, klei- en laagveengebieden in West Nederland de minst negatieve effecten. Zeer negatief zijn de effecten in Zuid-Limburg en de Kustzone.

[22] Opgemerkt moet worden dat deze effectbeoordeling betrekking heeft op calamiteiten. Voor de meest maatgevende gebeurtenis (lekkage vuilwateropslag of distributienetwerk), betekent dit dat een calamiteit zich enkele malen per deelgebied zal voordoen en dan een negatief tot zeer negatief effect hebben (omvangrijke grondwaterverontreiniging).

Deelgebied	Effectbeoordeling Ongewenste gebeurtenissen aan het maaiveld
Zuid-Limburg	Overwegend negatief door een lage weerstand van de bovenste bodemlagen en hoge grondwaterstromingsnelheden. In de zones met een deklaag van löss/klei neemt het effect af tot beperkt negatief of zelfs verwaarloosbaar
Noord-Brabant en – noordelijk Limburg	Er is sprake van een relatief lage deklaagweerstand maar de grondwaterstromingssnelheden zijn lager dan in Limburg. In zuidwest Noord-Brabant met meer weerstand biedende toplagen neemt het effect af tot verwaarloosbaar. De verontreinigingen aan de vaste grond kunnen worden verwijderd, maar het is maar de vraag of de dieper gelegen grondwaterverontreiniging kan worden verwijderd.
Oost-Nederland	Vergelijkbaar met Noord-Brabant en Limburg. Ook is plaatselijk sprake van een grotere weerstand van de deklaag en een beperkter of verwaarloosbaar effect.
Noord-Nederland	Vergelijkbaar met Noord-Brabant en Limburg, en hier is in de laagveen en zeekleigebieden het effect te verwaarlozen
Groene Hart	Het is echter onwaarschijnlijk dat in dit grondwatersysteem met een hoge deklaagweerstand en een opwaartse grondwaterstroming, een verontreiniging ontstaat van meer dan 6000 m^3, of een verontreiniging die niet kan worden opgeruimd.
Laag Holland	Een hoge deklaagweerstand en een permanente peilbeheersing met een opwaartse grondwater stroming zorgen ervoor dat de verspreiding zeer beperkt zal zijn.
Flevoland	Vergelijkbaar met Laag Holland en het Groene hart
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Idem, maar zeer plaatselijk in West Brabant beperkt negatief door het ontbreken van slecht doorlatende deklagen
Zuidvleugel	De bodem heeft een lage doorlatendheid, en ook al is plaatselijk niet sprake van een opwaartse grondwaterstroming, de verspreiding van verontreinigende stoffen blijft beperkt.
Kustzone	Overwegend negatief, vanwege de kwetsbaarheid van de zoetwatervoorraden boven het zoet/zoutgrensvlak. en de slechte saneerbaarheid. Ter plaatse van de lager gelegen delen is sprake van een beperkt negatief effect.

Tabel 5.12 Overzicht effectbeoordeling op bodem en grondwaterkwaliteit (ondiep) per deelgebied als gevolg van het optreden van ongewenste gebeurtenissen op maaiveld

5.5.4 GECOMBINEERDE EFFECTBEOORDELING

De uiteindelijke effecten van de schaliegaswinning op de grondwaterkwaliteit bestaat uit de som van de effectbeoordelingen van verticale migratie, putintegriteit en gebeurtenissen op maaiveld, zoals weergegeven in Tabel 5.13. De kans op effecten als gevolg van verticale migratie, putintegriteit en gebeurtenissen op maaiveld zijn niet 1 op 1 te vergelijken, maar de gezamenlijke presentatie geeft zeker een completer beeld van de deelgebieden waar de kans op effecten voor het grondwater het grootst, gemiddeld of het kleinst zijn.

Deelgebied	Verticale migratie (vnl.gassen/methaan)	Putintegriteit (vnl.boor/frackvloeistof)	Ongewenste gebeurtenissen aan het maaiveld (div. vloeistoffen)
Zuid-Limburg	Breuken tot in watervoerend pakket	Relatief dun watervoerend pakket en geringe diepte tot schalie.	Geen deklaag aanwezig
Noord-Brabant en -Limburg	Breuken tot in watervoerend pakket	Zeer diepe watervoerende pakketten en diepe schalielagen*	Beperkte deklaag
		Relatief dunne watervoerende pakketten**	
Oost-Nederland	Breuken tot in watervoerend pakket	Relatief dunne watervoerende pakketten.	Beperkte deklaag
Noord-Nederland	Enkele doorlopende breuken bekend	Plaatselijk dikke watervoerende pakketten en grote diepte tot schalie.	Beperkte deklaag
Groene Hart	Breuken tot in watervoerend pakket	Relatief dikke watervoerende pakketten, maar geringe diepte tot schalie.	Dikke deklaag
Laag Holland	Afstand van breuken tot watervoerend pakket	Relatief dikke watervoerende pakketten, maar geringe diepte tot schalie.	Dikke deklaag en kwel
Flevoland	Enkele doorlopende breuken bekend	Plaatselijk dikke watervoerende pakketten en grote diepte tot schalie.	Dikke deklaag en kwel
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Afstand van breuken tot watervoerend pakket	Geringe dikte watervoerende pakketten.	Dikke deklaag
Zuidvleugel	Afstand van breuken tot watervoerend pakket	Plaatselijk relatief grote dikte watervoerende pakketten of grote diepte tot schalie.	Dikke deklaag
Kustzone	Afstand van breuken tot watervoerend pakket	Plaatselijk relatief grote dikte watervoerende pakketten of grote diepte tot schalie.	Geen deklaag

NB. De effectbeoordelingen in de kolommen mogen niet even zwaar worden gewogen. Gassen vormen minder een bedreiging voor de grondwaterkwaliteit dan vloeistoffen. *Midden Limburg en mogelijk een deel van Noord-Brabant; **Noord-Limburg en rest van Noord-Brabant.

Tabel 5.13 Samenvatting effectbeoordeling grondwaterkwaliteit door verticale migratie van gassen, falende putintegriteit en ongewenste gebeurtenissen op maaiveld. *Midden Limburg en mogelijk een deel van Noord-Brabant; **Noord-Limburg en rest van Noord-Brabant.

Verschil grondwater en drinkwater

Drinkwater wordt in Nederland voor 61% bereid uit grondwater. De effectbeoordeling zoals weergegeven in de bovenstaande Tabel 5.13 geldt echter niet voor de grondwatervoorraden die bestemd zijn voor de drinkwaterbereiding. Deze voorraden verdienen een optimale bescherming. Die optimale bescherming wordt nagestreefd door de schaliegaswinning verregaand uit te sluiten op onze grondwatervoorraden. De kansen op negatieve effecten voor de grondwaterkwaliteit worden weggenomen als sprake is van uitsluiting. Alleen het aspect verticale migratie verdient aandacht door het mijden van breuken, en het

hanteren van een voldoende afstand tussen de schalie en de geohydrologische basis. In deel A paragraaf 3.2.2. en in paragraaf 5.1.3 van dit hoofdstuk is hier nader op ingegaan.

5.6 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

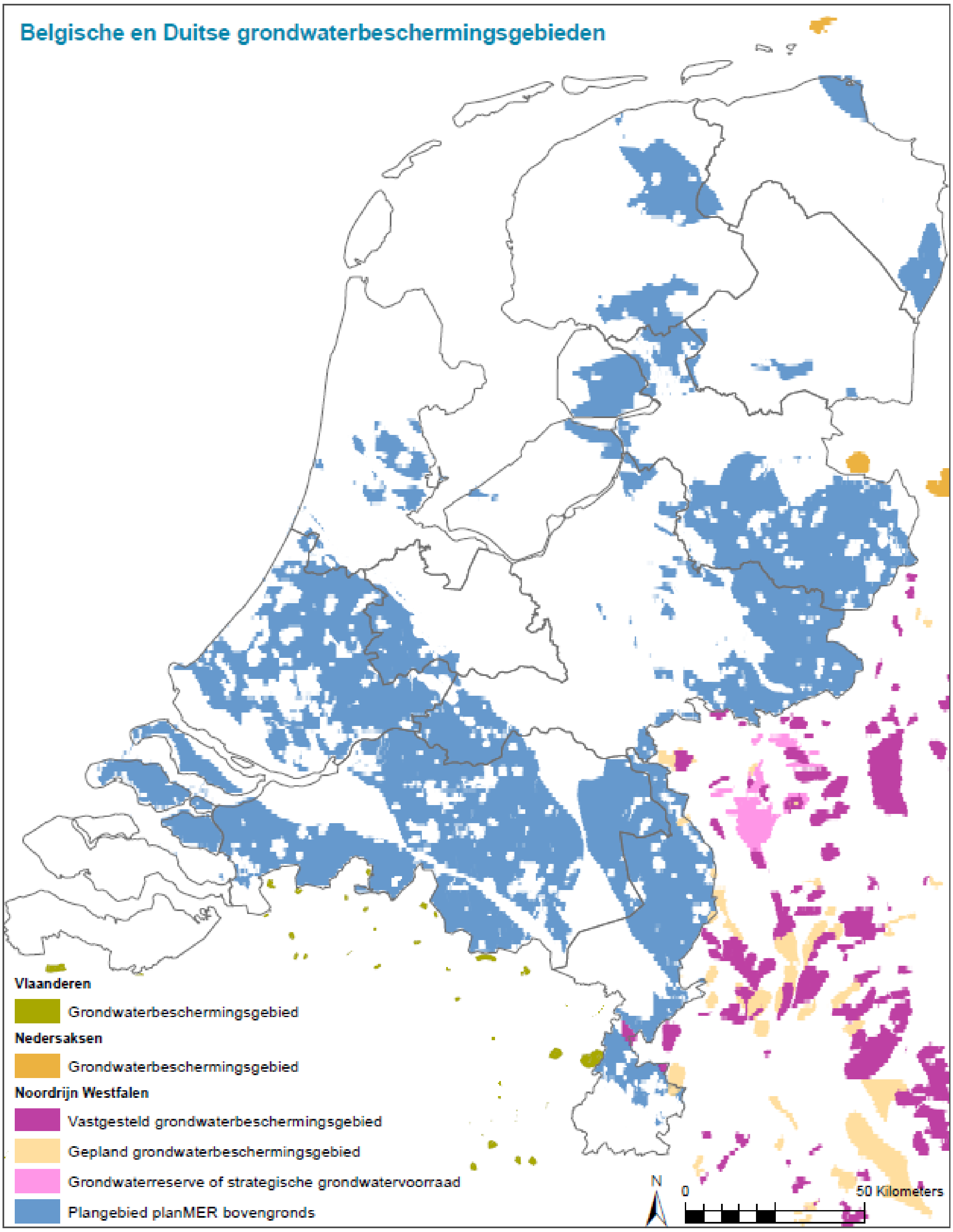
Verticale migratie

In het algemeen zijn de risico's van verticale migratie beperkt, maar juist aan de oostgrens is er sprake van een kans op migratie tot in de watervoerende lagen. De horizontale boringen en gefrackte zones zullen zich beperken tot het Nederlandse grondgebied, en daarom zullen de risico's voor migratie naar grondwater in onze buurlanden beperkt zijn. Het risico kan niet worden uitgesloten, omdat gasmigratie niet strikt verticaal zal zijn, en ook schuin gestelde breuken en voorkeurskanalen kan volgen. In alle gevallen moet door seismisch onderzoek het voorkomen van breuken worden verkend, en kan in kaart worden gebracht hoe groot het risico is op het voorkomen van schuingestelde breuken. Door het in acht nemen van enige afstand van de horizontale boring tot de grens kan het risico verder worden verkleind. In het uiterste geval kan een horizontale afstand worden gehanteerd die vergelijkbaar is met de diepteligging van de schalielaag.

Putintegriteit

De bronnen worden geplaatst op Nederlands grondgebied. Bij problemen met de putintegriteit zal daarom alleen sprake zijn van een grensoverschrijdend effect als de grondwaterstromingsrichting naar onze buurlanden is gericht. In het algemeen kan worden gesteld dat het grondwater zich richting zee begeeft. Uitzondering hierop vormt Zuid-Limburg. Weliswaar heeft de Maas een sterk drainerend effect en bewerkstelligt een landinwaartse stroming, delen van Limburg staan echter sterk onder invloed van de bruinkoolwinning in Duitsland, waardoor plaatselijk sprake is van een oostelijke stromingsrichting over de grens, naar Duitsland.

In de onderstaande figuur zijn de grondwaterbeschermingsgebieden aangegeven zoals deze in de de omringende landen zijn gedefinieerd. Daaruit blijkt of grondwater onder het Nederlandse grondgebied zich begeeft naar drinkwaterwinningen in het buitenland, en of er een risico bestaat voor deze winningen. Bij geen van deze gebieden is het grondwater van Nederlandse herkomst.



Figuur 5.17 Belgische en Duits grondwaterbeschermingsgebieden

Ongewenste gebeurtenissen aan het maaiveld

De eventuele grensoverschrijdende effecten van ongewenste gebeurtenissen aan maaiveld worden eveneens gedomineerd door de grondwaterstroming en het risico daarop is daarom vergelijkbaar met de effecten bij putintegriteit, en zijn daarom met uitzondering van delen van Zuid-Limburg te verwaarlozen.

5.7 CUMULATIE EN GEVOELIGHEIDSANALYSE

5.7.1 CUMULATIE

Verticale migratie

Naarmate het aantal boringen toeneemt, neemt ook de kans op het optreden van verticale migratie toe, immers des te meer boringen worden geplaatst, des te meer kans ontstaat dat breuken worden getroffen, breuken die reiken tot in watervoerende pakketten. Wat wel een rol speelt, is dat allereerst de zones met breuken zo veel mogelijk kunnen worden vermeden. Naarmate de dichtheid van de winningen toeneemt is echter minder keuzevrijheid beschikbaar en worden naar verwachting de risico's op het treffen van breuken die verder naar boven doorlopen groter.

Putintegriteit

Bij de beschouwing van de putintegriteit is uitgegaan van de kans dat deze bezwijkt in relatie tot de dikte van de watervoerende lagen en de diepte van de schalieformatie. Cumulatie is daarmee indirect opgenomen doordat bij schaalvergroting de kans dat een van de putten last krijgt van integriteitsproblemen lineair toeneemt met het aantal putten. In de effectbeschouwing is vervolgens uitgegaan van de voorbeeldwinning en een gemiddeld tot maximaal scenario voor de schaliegaswinning. Vooral in die gebieden waar diepe en goed van het maaiveld afgeschermde grondwatervoorraden (strategische grondwatervoorraden of nationale grondwaterreserves) zitten, is er, vanwege het grote diepte traject dat door deze voorraden geboord moet worden, sprake van kans op een negatief effect. De kans op een negatief effect neemt lineair toe met het aantal productielocaties. Evenals verticale migratie is de schaal waarop schaliegas zal worden gewonnen van grote invloed op de kans dat negatieve effecten zich voor kunnen doen. Vergelijkbaar met de interpretatie bij ongewenste gebeurtenissen, is uiteindelijk niet meer sprake van een kans op negatieve effecten, maar mag op de schaal van het plangebied in Nederland worden aangenomen dat een of meer van deze effecten zich ook daadwerkelijk voor zullen doen op een of meer locaties.

Ongewenste gebeurtenissen aan het maaiveld

Cumulatie is in die zin in de effectbeschrijving meegenomen, dat de kans op een ongewenste gebeurtenis is vertaald naar het vrijwel zeker optreden van een gebeurtenis op het niveau van een deelgebied (of voorbeeldwinning of op landelijk niveau). Daarmee zijn namelijk de meest maatgevende gebeurtenissen geselecteerd. Bijvoorbeeld, als uit wordt gegaan van de maximale winning van schaliegas onder gebruikmaking van de voorbeeldwinning, dan is er in de effectbeschouwing van uitgegaan dat de maatgevende (ongewenste) gebeurtenis zich ook daadwerkelijk een of meerdere malen zal voordoen op de schaal van de voorbeeldwinning, deelgebied of plangebied (afhankelijk van het soort gebeurtenis).

5.7.2 GEVOELIGHEIDSANALYSE

Verticale migratie

Zoals hierboven opgemerkt is naar verwachting sprake van een meer dan lineaire toename van de kans op verticale migratie met het toenemen van het aantal boringen, eenvoudigweg omdat de beschikbare keuzeruimte en afstanden tot bekende breuken, kleiner worden. Zolang niet op meerdere plaatsen vlakbij elkaar wordt gefrackt, wordt niet verwacht dat het aantal boorstellingen verschil uitmaakt. Er wordt van uit gegaan dat nooit in meer dan één horizontale boring tegelijk wordt gefrackt, onafhankelijk van het aantal boorstellingen dat operationeel is. Het frackproces is in de voorbeeldwinning een continu bedrijf waarbij achtereenvolgens de (10) horizontale boringen per well pad worden gefrackt.

Putintegriteit

De kans op ongewenste gevolgen bij falende putintegriteit is direct afhankelijk van de bodemopbouw en de wijze van boren. Het maakt echter niet uit of met 1, 2 of meerdere boorstellingen wordt gewerkt. De inschatting van de kans op falen is al gebaseerd op de diepteligging van de schalie, en de dikte van de watervoerende lagen. Het aantal keren dat wordt vertoerd, en het gebruik van mantelmateriaal en cementering beïnvloedt wel sterk de robuustheid van de put. Het effect op de grondwatervoorraden is echter wel direct afhankelijk van het benuttingsscenario. Bij een enkele voorbeeldwinning is de kans op aantasting van de grondwaterkwaliteit aanzienlijk kleiner dan bij maximale benutting van de aanwezige schaliegasvoorraad.

Ongewenste gebeurtenissen aan het maaiveld

De kans op emissies op het maaiveld is wel afhankelijk van de werkwijze en keuze van transport, maar zal maar in een enkel geval leiden tot significant andere inschatting van de effecten. Het gebruik van 1 of meerdere boorstellingen heeft invloed op de hoeveelheden vloeistoffen en toeslagstoffen die per tijdseenheid worden gebruikt tijdens boren en fracken, maar zal over de levensduur van de productielocatie te verwaarlozen zijn in de schatting van het bodemrisico. De wijze waarop het afvalwater wordt opgeslagen of het water voor het fracken wordt aangevoerd, hebben wel invloed. In de effectbeoordeling is uitgegaan van 500 m^3 vuilwateropslag, die kan bezwijken. Een grotere hoeveelheid leidt tot een grotere impact. Als wordt gekozen voor meerdere kleine volumes, dan neemt de kans op een onomkeerbare impact beduidend af. De vloeistofkerende en opvangvoorzieningen bezitten in dat geval meer reservecapaciteit.

Schalieolie

Voor het thema bodem en grondwaterkwaliteit is er geen significant verschil tussen het boren en fracken van de schalie voor schaliegas of schalieolie. Weliswaar worden andere samenstellingen frackvloeistoffen gebruikt, maar voor deze planMER is uitgegaan van een worst case maatgevende component. De maximale impact van een emissie naar de omgeving blijft hetzelfde.
Tijdens de exploitatieperiode stroomt een olie/water/gas mengsel door de verticale buis in plaats van het gas/damp mengsel. In tegenstelling tot de schaliegaswinning moet het oliemengsel actief worden opgepompt. Er is sprake van een onderdruk in de bron. De kans dat falende putintegriteit in deze situatie leidt tot lekkage is daarmee gering. Bij het stilleggen en verlaten is wel meer aandacht nodig voor het solide afdichten van de boring.
De opslag en transport van de gewonnen olie van en naar de oliebehandelingsinstallatie neemt toe. De kans op een calamiteit met lekkage van olie stijgt evenredig. De effectbeoordeling wijzigt echter niet, omdat ongewenste gebeurtenissen met het afvalwater maatgevend zijn vanwege het verspreidingsgedrag (mobieler, zwaarder dan grondwater, mogelijk toxischer componenten).

5.8 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

5.8.1 PREVENTIE

Verticale migratie

De belangrijkste maatregelen om verticale migratie zo veel als mogelijk te voorkomen is goed vooronderzoek naar het voorkomen van breuken en een locatie specifieke analyse van geologische en geomechanische eigenschappen van de ondergrond. Vooral kennis over het al dan niet doorlopen van breuken tot in de geohydrologische basis is van eminent belang.
Ook aandacht voor het ontwerp en de planning van het frackproces is nodig om het te ver verticaal doorlopen van fracks te voorkomen. Door middel van micro-seismische monitoring kan (real time) de

vorming van de fracks gevolgd worden. Dit kan bijdragen aan een verdere optimalisatie van de voorbereiding, én uitvoering van de fracks.

Putintegriteit
De belangrijkste voorwaarde voor een goede putintegriteit is een goede organisatie, voorbereiding en uitvoering van de put. De processen en technieken daarvoor zijn voorhanden. Bij een juiste uitvoering is de kans op putintegriteitsproblemen aanzienlijk kleiner dan de statistieken momenteel laten zien. Ook is het mogelijk om extra barrières te overwegen ter plaatse van de watervoerende lagen. De barrières moeten goed zijn afgestemd op de voorkomende geologische, geochemische en hydrogeologische omstandigheden. De surface casings moeten diep genoeg worden geplaatst om de watervoerende pakketten af te schermen en materialen moeten worden gebruikt die niet alleen voor de periode van gaswinning duurzaam zijn, maar ook daarna voldoende afsluitende werking hebben. Monitoring van de put zelf (onder andere monitoring van de annulaire druk, gebruikmaking van fibre optic sensoren om vervorming van de putconstructie of veranderingen in druk en temperatuur te meten) en de grondwaterkwaliteit in de omgeving van de put kunnen worden toegepast. Voorkomen dat frackvloeistof in grote hoeveelheden verdwijnt in de bodemformaties kan ook door het consequent en alert monitoren van drukken en debieten tijdens de frackoperatie, wanneer de belasting op de putwand maximaal is.
Het voorkomen van problemen bij oude putten bestaat uit het zorgvuldig afdichten en sluiten van de put, bij voorkeur over de gehele lengte.

Ongewenste gebeurtenissen aan het maaiveld
Voor nagenoeg alle handelingen op het maaiveld bevat de Nederlandse Richtlijn Bodembeschermende voorzieningen (NRB), richtlijnen voor voorzieningen en maatregelen niveau die het bodemrisico doet afnemen tot verwaarloosbaar. Voorbeelden van voorzieningen zijn: bovengrondse leidingen (lekkages direct zichtbaar), vloeistofdichte vloeren, dubbelwandige tanks, lekbakken, keermuren, vloeistofdichte folies, monitoring en beheer. Op de schaal van Nederland is de opslag van afvalwater een van de meest risicovolle activiteiten bij de schaliegaswinning. Het is mogelijk om deze opslag in meerdere kleinere volumes te doen, en te plaatsen in vloeistofdichte bakken. Het transport van productie water en/of afvalwater geschiedt in de voorbeeldwinning met transportleidingen van de productielocatie naar de gasbehandelings- of verwerkingslocaties. Een goede registratie van drukken en volumina (of eventueel lekdetectie) in combinatie met een alert alarmsysteem voorkomt dat grote hoeveelheden in het milieu kunnen komen, en leidt ertoe dat een eenvoudige sanering van de ontstane schade mogelijk is.

5.8.2 MITIGERENDE MAATREGELEN

Verticale migratie
Van nature komen gassen voor in het grondwater (biogene gassen) (zie referentiesituatie). Door de schaliegaswinning kunnen de concentraties toenemen (thermogene gassen). De kans dat thermogene gassen het grondwater bereiken kan worden verkleind door breuken te mijden die (mogelijk) doorlopen tot in het grondwater. Goed vooronderzoek is noodzakelijk.
Bij de bereiding van drinkwater uit grondwater kunnen de gassen relatief eenvoudig worden verwijderd, wat op dit moment ook al gebeurd. Op sommige plekken in Nederland, grondwaterbeschermingsgebieden met hoge methaan concentraties, wordt het daarbij gewonnen gas inmiddels nuttig gebruikt.

Putintegriteit
Als eenmaal sprake is van falende putintegriteit kan de emissie naar de omgeving worden beperkt. Bij constatering van putintegriteitsproblemen kunnen deze vaak worden opgelost. Bijvoorbeeld het herstellen van de cementering tussen verschillende casings voordat verder geboord wordt. Overigens is het begrip

putintegriteit breed, en het een falende putintegriteit wil niet direct zeggen dat frackvloeistof, productie water of flowback naar het milieu stromen. Het kan ook zo zijn dat sprake is van lekkage tussen twee put barrières en de verspreiding daartoe beperkt blijft.

Het waarnemen van problemen met de putintegriteit kan met de hierboven geschetste monitoring van drukken en debieten. Het is ook mogelijk om gebruik te maken van traditionele grondwatermonitoring in de directe nabijheid van de put om emissies naar het grondwater vast te stellen. Vervolgens moeten vanzelfsprekend adequate maatregelen (sanering of beheersing) worden getroffen. In elk geval bij grondwatervoorraden verdient grondwatermonitoring bij de putlocaties aanbeveling.

Een andere, mogelijke mitigerende maatregel bestaat uit het gebruik van andere, minder milieubelastende frackvloeistoffen. In de effectbeschouwing is uitgegaan van de stoffen gluteraldehyde en tetramethylammoniumchloride. Gordalla et al. (2013) noemen een aantal alternatieve stoffen dat is voorgesteld voor toekomstige frackoperaties in Duitsland. De toxiciteit van deze stoffen is aanzienlijk lager en de benodigde verdunningsfactor loopt terug met orden van grootte. Daarnaast is het mogelijk om te kiezen voor stoffen die van nature uiteen vallen in minder (of on-) schadelijke componenten.

Ongewenste gebeurtenissen aan het maaiveld
Spills of emissies aan maaiveld moeten zo veel mogelijk worden voorkomen. Als desondanks sprake is van een emissie naar de bodem, dan schrijft de Wet Bodembescherming voor dat de bodemkwaliteit moet worden hersteld, sanering is nodig (WBB art. 13 zorgplicht). Niet in alle gevallen is volledige sanering technisch en financieel haalbaar, maar het uiterst haalbare in praktische zin wordt verlangd. Concreet betekent dit op hoofdlijnen dat een locatie na abandonnering schoon moet worden opgeleverd, en dat alleen zeer plaatselijk een (afnemende) moeilijk te saneren grondwaterverontreiniging mag achterblijven, een verontreiniging die bovendien geen risico's met zich mag meebrengen voor mens, plant of dier.
Met de juiste monitoring kan dit worden gevolgd, en met de juiste maatregelen kan het zelfreinigend vermogen van de bodem worden gebruikt om de (gevolgen van) de impact tegen te gaan.

5.9 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Leemten in kennis

- **Ligging breuken**; In veel gebieden in Nederland is relatief weinig bekend van de breuken in de ondergrond. Kennis van mogelijke breuken in het Geverik Laagpakket ontbreekt grotendeels. Bijvoorbeeld in Noord-Nederland en Flevoland wordt verwacht dat de breuken niet doorlopen tot in de watervoerende pakketten, maar concreet is zeer weinig informatie hierover beschikbaar. Ten aanzien van de risico's voor het grondwater is vooral kennis nodig over het al dan niet doorlopen van de breuken van de schalie tot in het grondwater;
- **Verticale migratie**: er is relatief weinig bekend van de exacte opbouw van de diepere ondergrond, de potentiaal verschillen over, en weerstand van slecht doorlatende lagen. De potentiele verspreiding van vloeistoffen en gassen via breuken moet verder worden onderzocht;
- **Gassen in grondwater;** In het grondwater van Nederland worden ook in de huidige situatie gassen aangetoond (methaan). Het is niet duidelijk of dit van biogene (ondiep/veen etc.) of van thermogene (olie/gaslagen) oorsprong is.

- **Effecten van gassen op de grondwaterkwaliteit en drinkwaterbereiding;** wat is de samenstelling van de gassen die kunnen vrijkomen. Momenteel is vooral aandacht voor methaan, dat niet zozeer een bedreiging is voor de drinkwaterkwaliteit, maar wel aanvullende voorzieningen verlangd bij de drinkwaterbereiding. In de literatuur wordt de theoretische mogelijkheid geopperd van gehalogeneerd methaan, dat mogelijk kan ontstaan door transport van methaan door zouthoudende lagen. Bijvoorbeeld TrihaloMethaan (THM) is wel toxisch en een mogelijke bedreiging voor de grondwaterkwaliteit;
- **Statistieken putintegriteit Nederland;** De inschattingen van de frequentie van putintegriteitsproblemen zijn vooral gebaseerd op ervaringen uit de VS, en beperkte data uit Nederland. Het optreden van falende putintegriteit is sterk afhankelijk van de ontwikkelingen in de techniek, de locale omstandigheden en de voorschriften die worden gevolgd. Er is geen up to date en onderbouwd beeld beschikbaar voor de Nederlandse situatie en meest actuele stand der techniek.
- **Effecten falende putintegriteit;** Gerelateerd aan de onvolledige statistieken over de putintegriteitsproblemen is de nog grotere leemte ten aanzien van de daadwerkelijke emissies in de ondergrond. Indien aan maaiveld door drukverschillen of het omhoogkomen van product wordt vastgesteld dat sprake is van een probleem met de putintegriteit, dan wil dat nog niet zeggen dat sprake is van een daadwerkelijk emissie van verontreiniging naar bodem- en grondwater. Doorgaans is sprake van meerdere barrieres die moeten falen voordat het bodem en grondwatersysteem wordt bereikt. Gegevens hierover ontbreken nagenoeg geheel in de beschikbare literatuur.
- **Definitie grondwaterbeschermingsgebieden**
  In de huidige situatie zijn grondwaterbeschermingsgebieden gedefinieerd door de verblijftijd van water vanaf maaiveld tot in de drinkwaterwinning. Afhankelijk van de provincie zijn deze vastgelegd op 25, 50 of 100 jaar. Voor activiteiten in de ondergrond moet feitelijk worden gelet op de verblijftijd van de plek van deze activiteit tot in de drinkwaterwinning. Van locatie tot locatie kan dit sterk verschillen. Op sommige plaatsen kan een schaliegasboring buiten het grondwaterbeschermingsgebied staan, terwijl op bijvoorbeeld 100 m diepte de reistijd van het grondwater vanaf de boring aanzienlijk minder is dan de gekozen verblijftijd. Het omgekeerde kan ook. Voor een toekomstige ordening in de ondergrond, en een betrouwbare effectbeschouwing is eigenlijk behoefte aan een 3-dimensionale definitie van grondwaterbeschermingsgebieden, of de projectie van dit 3D beeld op maaiveldniveau.
- **Strategische grondwatervoorraden en nationale grondwaterreserves**. Momenteel wordt gewerkt aan de toewijzing van strategische drinkwatervoorraden en de nationale grondwater reserves. Het toewijzen en strikt reserveren van deze voorraden vergt een afweging, een afweging die op dit moment wordt voorbereid in de Structuurvisie voor de Ondergrond (STRONG). Daarbij behoort een verdeling van de functies in de ondergrond en bijvoorbeeld een mogelijke keuze voor het openstellen voor schaliegas of voor grondwaterreserves.

Aanzet monitoringsprogramma
In aansluiting en samenvatting van de aspecten die zijn genoemd bij preventie en leemten in kennis kan de volgende aanzet worden gedaan voor monitoring:
- Karteren van breuken in de ondergrond (door bijvoorbeeld microseismiciteit): activiteit, reikwijdte, gedrag (open/dichte structuur);
- Bepalen maturiteit schalielagen voor olie- of gaswinning (waar zijn boringen zinvol);
- Monitoren putintegriteit, door druk, optiek en temperatuur in de put, en door grondwaterkwaliteit buiten de bron;
- Analyseren gassamenstelling grondwater. Biogeen/thermogene herkomst, voorkomen van halomethanen. Deze metingen kunnen ook plaatsvinden in bestaande putten, met een vergelijk tussen gebieden nabij bestaande gaswinningen, of in de nabijheid van diepe doorlopende breuken, en gebieden waar niet of nauwelijks breuken zijn waargenomen.

6 Oppervlaktewaterkwaliteit bij calamiteiten

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het thema oppervlaktewaterkwaliteit bij calamiteiten beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 6.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 6.2)*
- *Effectbeschrijving (paragraaf 6.3)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 6.4)*
- *Cumulatie (paragraaf 6.5)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 6.6)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 0)*
- *Leemten in kennis (paragraaf 6.8)*

6.1 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

Bij de beoordeling van de milieueffecten door onvoorziene lozingen worden de risico's door schaliegaswinning niet opgeteld bij de verontreinigingsrisico's van bestaande inrichtingen. Voor putlocaties en gasverwerkingsinstallatie is er dus geen referentiesituatie. Dat wil zeggen dat in de nul-situatie van een niet verontreinigd oppervlaktewater en van een werkende rioolwaterzuiveringsinstallatie wordt uitgegaan. Voor leidingtransport geldt hetzelfde.

Wel wordt bij de beoordeling van de verontreinigingsrisico's rekening gehouden met de kwetsbaarheid van het ontvangende oppervlaktewater, op basis van aard, diepte, oppervlak en stroming.

6.2 TOETSINGSKADER

6.2.1 BELEIDSKADER

Een productielocatie of gasverwerkingsinstallatie is mogelijk dicht bij een oppervlaktewater gelegen en/of heeft mogelijk verbinding met oppervlaktewater door bijvoorbeeld een hemelwaterriool. Op het moment dat er een calamiteit plaatsvindt, is er een kans dat het oppervlaktewater verontreinigd raakt. Deze verontreiniging hoeft niet direct het gevolg van de calamiteit zelf te zijn, maar kan bijvoorbeeld via (grote hoeveelheden) bluswater afstromen naar oppervlaktewater.

Tijdens regulier bedrijf zal geen bedrijfsafvalwater op het openbare riool of het oppervlaktewater geloosd worden. Afvalwater uit productieprocessen zal opgevangen en naar een erkende afvalverwerker afgevoerd worden. Andere waterstromen (regenwater, eventueel sanitair afvalwater) worden mogelijk op het oppervlaktewater of op een rioolwaterzuiveringsinstallatie geloosd. Hiervoor gelden dan algemene regels volgens het Activiteitenbesluit.

In die gevallen waarvan de waterbeheerder een verhoogd risico voor de oppervlaktewaterkwaliteit verwacht, kan vanuit het waterkwaliteitsspoor onderzoek worden verlangd. In een milieurisicoanalyse (MRA) wordt dan inzichtelijk gemaakt wat de risico's zijn van onvoorziene lozingen (door calamiteiten)

naar oppervlaktewater. In dit hoofdstuk is een MRA uitgevoerd om een beeld te geven van het risico op oppervlaktewatervervuiling in verschillende deelgebieden. Deze analyse heeft een hoog abstractieniveau.

6.2.2 BEOORDELINGSKADER

De beoordeling van de risico's op verontreiniging van het oppervlaktewater is onderverdeeld in drie stappen:

1. Beoordeling van het milieugevaar van de aanwezige stoffen (selectie van de activiteiten en aanwezige stoffen waarvoor de CIW-inrichtingsdrempelwaarde overschreden wordt);
2. Beoordeling van de lozingsrisico's per type oppervlaktewater (MRA berekening met het in opdracht van Rijkswaterstaat ontwikkelde programma Proteus III);
3. Beoordeling van de lozingsrisico's per deelgebied.

Deze stappen worden hieronder beschreven.

1. Beoordeling van het milieugevaar van de aanwezige stoffen

Met behulp van een selectiemethodiek worden de activiteiten binnen de inrichting geselecteerd die in de MRA moeten worden beschouwd. Deze selectiemethodiek is beschreven in "De selectie van activiteiten binnen inrichtingen t.b.v. het uitvoeren van studie naar risico's van onvoorziene lozingen" (Stam, 1999). Maatgevend voor de selectie is de hoeveelheid en de aard van de stoffen die aanwezig kunnen zijn. In het selectiesysteem wordt de aanwezige hoeveelheid van een stof vergeleken met een vastgestelde drempelwaarde (selectie grenswaarde).

De eerste selectie-grenswaarde heeft betrekking op de totale aanwezige hoeveelheid van een waterbezwaarlijke stof binnen de inrichting.

Voor stoffen die in de eerste selectiestap geselecteerd zijn, is een tweede selectiestap uitgevoerd.
De tweede-selectie-grenswaarde heeft betrekking op het in één keer vrijkomen van toxische stof voor het aquatische systeem uit een installatie-onderdeel of opslag. Indien uit een installatie-onderdeel of opslag een grotere hoeveelheid dan de grenswaarde kan vrijkomen, moet voor deze stof het milieurisico voor het ontvangende oppervlaktewater of RWZI kwantitatief bepaald worden.

De grenswaarden voor lozingen op oppervlaktewater worden bepaald door acute toxiciteit, biologisch zuurstofverbruik (BZV) en de mogelijkheid op vorming van drijflagen. Daarnaast wordt een weegfactor toegekend aan de drempelwaarden. Deze weegfactor is afhankelijk van de grootte van het ontvangende oppervlaktewater. In het rapport selectiemethode is bepaald dat bijvoorbeeld voor lozingen op een afwaterend kanaal een weegfactor van 10 moet worden aangehouden. In de onderstaande tabellen worden de grenswaarden voor de eerste en de tweede selectie gegeven als functie van de potentiële verontreiniging (met een middelgroot kanaal als voorbeeld) voor het type oppervlaktewater waarop uiteindelijk geloosd wordt.

Effectparameter				
Acute toxiciteit	**Zuurstofdepletie [gO_2/g]**	**Drijflaagvorming**	**Drempelwaarde [kg]**	**Drempelwaarde Middelgroot kanaal [kg]**
R50, LC50< 1	BZV>1,5		1.000	100
R51, LC50< 10	0,15<BZV<1,5	ρ<1.000 kg/m^3 en	10.000	1.000
R52, LC50< 100	BZV<0,15	oplosbaarheid	100.000	10.000
100<LC50<1.000	-	< 100 mg/l	1.000.000	100.000
R53	-		10.000.000	1.000.000

Tabel 6.1 Drempelwaarden eerste selectie (stoffen op inrichtingsniveau).

Effectparameter				
Acute toxiciteit	**Zuurstofdepletie [gO_2/g]**	**Drijflaagvorming**	**Drempelwaarde [kg]**	**Drempelwaarde Middelgroot kanaal [kg]**
R50, LC50< 1	BZV>1,5		100	10
R51, LC50< 10	0,15<BZV<1,5	ρ<1.000 kg/m^3 en	1.000	100
R52, LC50< 100	BZV<0,15	oplosbaarheid	10.000	1.000
100<LC50<1.000	-	< 100 mg/l	100.000	10.000
R53	-		1.000.000	100.000

Tabel 6.2 Drempelwaarden tweede selectie (stoffen op installatieniveau).

Toelichting bij Tabel 6.1 en Tabel 6.2:
R50: zeer toxisch voor waterorganismen (E(L)C50 < 1 mg/l)
R51: toxisch voor waterorganismen (1 < E(L)C50 < 10 mg/l)
R52: schadelijk voor waterorganismen (10 < E(L)C50 < 100 mg/l)
R53: kan langere termijneffecten veroorzaken in het aquatisch milieu

Het vaststellen van een modelstof vindt plaats op basis van de eigenschappen van de stoffen: LC50[23], BZV, EC50[24] en drijflaag vorming.

2. *Beoordeling van de lozingsrisico's per type oppervlaktewater*

Nadat in de eerste stap de aanwezige stoffen zijn bepaald die een mogelijk risico vormen voor het milieu (oppervlaktewater) volgt in deze stap een beoordeling van de lozingsrisico's van deze aanwezige stoffen. De berekening van de lozingsrisico's wordt uitgevoerd met het in opdracht van Rijkswaterstaat ontwikkelde programma Proteus III. In het programma zijn standaard faalkansen voor verschillende installaties voor het verwerken, opslaan en transporteren van milieugevaarlijke stoffen en voor de lozingspaden opgenomen. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat de door CIW beschreven stand der veiligheidstechniek gevolgd wordt.

Bij de berekening worden drie vormen van verontreiniging meegenomen:

---

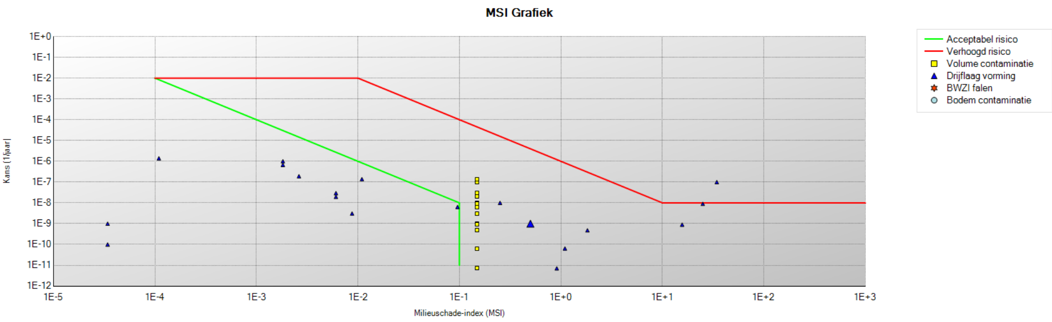
[23] LC50 is de concentratie waarde in lucht van het materiaal waarbij 50 % van de testorganismen (dieren, bv. ratten, muizen of konijnen) overlijden bij een eenmalige blootstelling. Het geeft een idee van de acute toxiciteit van een inadembaar materiaal.

[24] EC50 staat voor de 'effect concentratie 50%'; de concentratie waarbij bij 50% van de testorganismen (dieren, bv. ratten, muizen of konijnen) na een bepaalde blootstellingduur een effect optreedt.

- Oevercontaminatie. Het effect oevercontaminatie wordt weergegeven als het aantal meters oeverlengte die vervuild worden door een onvoorziene lozing als gevolg van de giftigheid van de betreffende stoffen of door drijflaagvorming. Stoffen met een lage oplosbaarheid en een dichtheid kleiner dan water, leveren een bijdrage met betrekking tot het risico op drijflaagvorming.
- Volumecontaminatie. Volumecontaminatie wordt weergegeven als de hoeveelheid oppervlaktewater (in m^3) die verontreinigd wordt. Hiervoor zijn de LC50 waarde en het biologisch zuurstofverbruik (BZV) bepalend.
- Falen van de communale zuivering (de kans hierop). Stoffen met een zeer lage EC50 waarde kunnen het falen van een waterzuivering veroorzaken.

De met het programma Proteus berekende kans op onvoorziene lozing wordt uitgezet tegen de zogenoemde milieuschade-index (MSI). De MSI is een maat voor het bepalen van de schade aan het aquatisch milieu.
De MSI wordt berekend uit:
- de hoeveelheid oppervlaktewater die negatief beïnvloed is door de onvoorziene lozing;
- een factor om verschillen tussen watersystemen aan te brengen en;
- een referentievolume (Stam, 1999).

Het resultaat van een berekening met Proteus is een grafiek waarin van elk scenario de milieuschade-index en de kans op optreden zijn weergegeven (zie Figuur 6.1). Deze punten kunnen vallen in 3 gebieden:
- Verwaarloosbaar risico (onder de groene lijn)
- Acceptabel risico (tussen de groene en rode lijn)
- Verhoogd risico (boven de rode lijn)



Figuur 6.1 Voorbeeld resultaten uit Proteus per type oppervlaktewater.

3. *Beoordeling van de lozingsrisico's per deelgebied*

Het risico op verontreiniging van het oppervlaktewater binnen een deelgebied (R_{pol}) is berekend door de kans op het voorkomen van een oppervlaktewater in een bepaald deelgebied te vermenigvuldigen met het verontreinigingsrisico. Hiervoor is onderstaande formule gebruikt.

$$R_{pol} = \sum_{i=0}^{n} P_i \times R_i$$

met
P_i = waarschijnlijkheid om oppervlaktewater van type 'i' in het deelgebied aan te treffen
R_i = verontreinigingsrisico berekend met Proteus voor oppervlaktewater van type 'i'
n = aantal typen oppervlaktewater in het deelgebied

Vergelijking 1 Berekening risico op verontreiniging oppervlaktewater in een deelgebied

De waarschijnlijkheid om een bepaald type oppervlaktewater aan te treffen in een deelgebied is ingeschat op basis van kaarten van de Topografische Dienst Kadaster en het Compendium voor de Leefomgeving is een kwalitatieve inschatting gemaakt van de kans op aanwezigheid van een bepaald type oppervlaktewater in de nabijheid van een voorbeeldwinning. Daarbij is ervan uitgegaan dat de totale kans dat een voorbeeldwinning in verbinding staat met het oppervlaktewater één is. Er is dus aangenomen dat er altijd een verbinding bestaat naar het oppervlaktewater. De onderverdeling van de waarschijnlijkheid per type oppervlaktewater is gegeven in Tabel 6.3.

Gebied	Estuarium	Kanaal	Meer	Rivier	Sloot	Vijver/ klein meer
Zuid-Limburg	Heel klein	Aanzienlijk	Beperkt	Groot	Klein	Heel groot
Noord-Brabant en - Limburg	Heel klein	Groot	Klein	Heel groot	Beperkt	Aanzienlijk
Oost-Nederland	Heel klein	Beperkt	Klein	Aanzienlijk	Heel groot	Groot
Noord-Nederland	Heel klein	Aanzienlijk	Beperkt	Klein	Heel groot	Groot
Groene Hart	Heel klein	Beperkt	Groot	Klein	Heel groot	Aanzienlijk
Laag Holland	Heel klein	Klein	Beperkt	Groot	Heel groot	Aanzienlijk
Flevoland	Klein	Groot	Beperkt	Heel klein	Heel groot	Aanzienlijk
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Groot	Beperkt	Heel klein	Aanzienlijk	Heel groot	Klein
Zuidvleugel	Klein	Groot	Heel klein	Aanzienlijk	Heel groot	Beperkt
Kustzone	Heel groot	Klein	Heel klein	Aanzienlijk	Beperkt	Groot

Tabel 6.3 Kans op aanwezigheid van typen oppervlaktewater per deelgebied.

Bij de berekening van de risico's per gebied (R_{pol}) zijn de volgende factoren P_i aangehouden:
Heel klein: 0.05
Klein: 0.10
Beperkt: 0,14
Aanzienlijk: 0.19
Groot: 0.24
Heel groot: 0.29

Het deel gebied met de grootste kans op blootstelling van oppervlaktewater is de Zuidvleugel, gevolgd door het Groene Hart. Aangezien meren, estuaria en sloten het meest kwetsbaar zijn moet ook in het gebied van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden, in Laag Holland en in de Kustzone met een hogere blootstellingswaarschijnlijkheid gerekend worden.

De risico's per deelgebied zijn vervolgens ingedeeld in verwaarloosbare, acceptabele en verhoogde risico's op verontreiniging van het oppervlaktewater.

Scoringsmethodiek onvoorziene lozingen
N.v.t. er treedt geen verbetering op in de oppervlaktewaterkwaliteit door schaliegas
N.v.t. er treedt geen verbetering op in oppervlaktewaterkwaliteit door schaliegas
Verwaarloosbaar risico op verontreiniging oppervlaktewater
Acceptabel risico op verontreiniging oppervlaktewater
Verhoogd risico op verontreiniging oppervlaktewater

Tabel 6.4 Scoringsmethodiek voor oppervlaktewaterkwaliteit bij calamiteiten

Iedere in de MRA beschouwde lozing op het oppervlaktewater zal tot verontreiniging leiden. Daarom zijn verbeteringen van de oppervlaktewaterkwaliteit niet van toepassing. In het verlengde van de acceptatiecriteria van het CIW zijn de categorieën verwaarloosbaar, acceptabel en verhoogd risico als volgt vastgelegd:

- Verwaarloosbaar risico: waarschijnlijkheid van lozing op een meer (maximale MSI) $< 1 \times 10^{-9}$ per jaar
- Acceptabel risico: waarschijnlijkheid van lozing op een meer (maximale MSI) $\leq 5 \times 10^{-8}$ per jaar
- Verhoogd risico: waarschijnlijkheid van lozing op een meer (maximale MSI) $> 1 \times 10^{-8}$ per jaar

De lozing op een meer is bepalend omdat de MSI van hiervan meer dan drie maal groter is dan de MSI van de andere oppervlaktewateren.

6.3 EFFECTBESCHRIJVING- EN BEOORDELING

6.3.1 BEOORDELING VAN HET MILIEUGEVAAR VAN DE AANWEZIGE STOFFEN

Er is gekozen om voor de beoordeling van het milieugevaar van aanwezige stoffen dezelfde stoffen te beschouwen als voor de bodemrisico's is gedaan. Dat zijn:

- Biocide Gluteraldehyde; de concentratie in frackvloeistof is 37 mg/l. Wordt aangevoerd als 50% oplossing en op de locatie gemixt met de andere chemicaliën en water.
- Kleistabilisator tetramethylammoniumchloride; de concentratie in frackvloeistof is 854 mg/l. Wordt als zuivere stof en op de locatie gemixt met de andere chemicaliën en water.
- Benzeen, komt voor in productiewater met een concentratie van 100mg/l, en in hogere concentraties in condensaat (ca. 8%).

Aardgascondensaat en aardolie zijn aan de lijst met stoffen die worden beschouwd in de MRA toegevoegd, omdat deze in grote hoeveelheden voorkomen en kunnen zorgen voor drijflaagvorming.

De berekening verschilt per type watersysteem waarop geloosd wordt. De watersystemen zijn:

- Vijver/klein meer: kleine oppervlaktewateren die geen open verbinding hebben met een ander oppervlaktewater, zoals vennen, kleine meertjes en grachten.
- Sloten: kleine oppervlaktewateren die eenvoudig in te dammen zijn.
- Rivieren: oppervlaktewater met een significante stroomsnelheid.
- Kanalen: oppervlaktewateren met een lage of verwaarloosbare stroomsnelheid.
- Meren: oppervlaktewateren met een grote breedte-lengte verhouding.
- Estuariaoppervlaktewateren met een overheersende getijdenstroom, zoals de Westerschelde en de Eemsmonding.

De stofgegevens zoals ingevoerd in Proteus III, zijn in Bijlage 6 weergegeven.

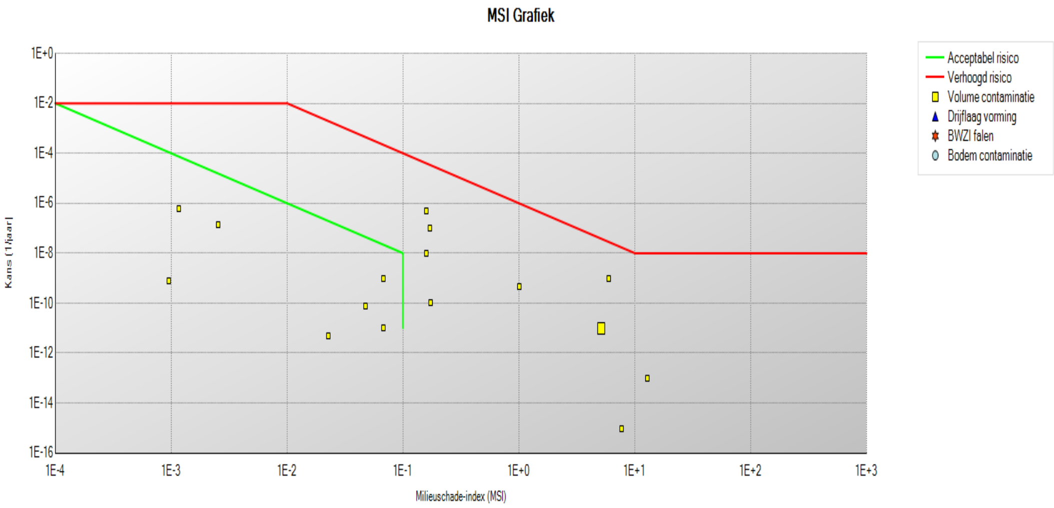
Boorfase

In het verlengde van de Halliburton base case (Halliburton, 2011) wordt aangenomen dat tijdens het boren hulpstoffen voor boren, fracken en gasdehydration op de boorlocatie worden opgeslagen en verwerkt. De te beschouwen stoffen Biocide Gluteraldehyde en tetramethylammoniumchloride zijn dus aanwezig tijdens de boorfase. Deze zijn aanwezig in de frackvloeistof.

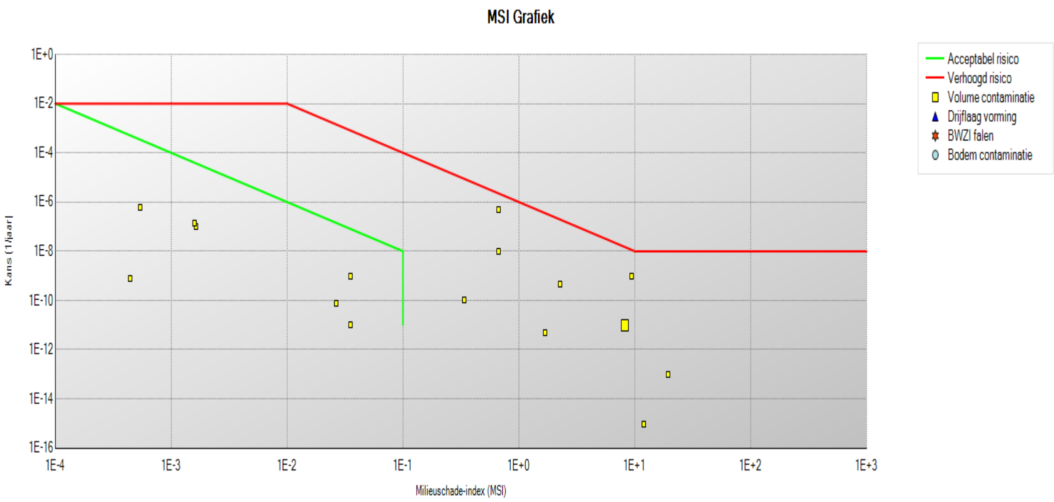
6.3.2 BEOORDELING VAN DE LOZINGSRISICO'S PER TYPE OPPERVLAKTEWATER

Boorfase

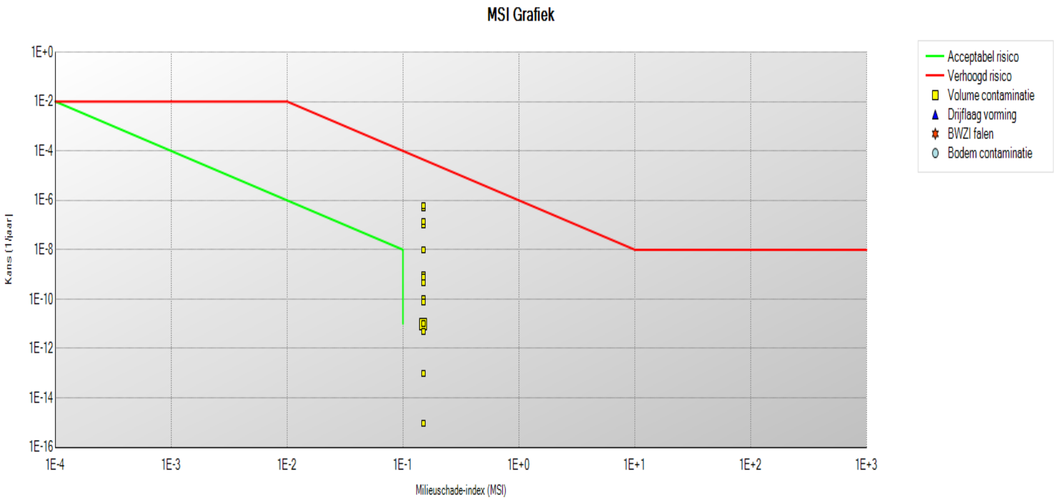
De installatie-onderdelen waarvan is uitgegaan bij de beoordeling van de lozingsrisico's per type oppervlaktewater zijn beschreven in Bijlage 6. De resultaten van de berekeningen bij lozing op verschillende types oppervlakte water zijn weergegeven in onderstaande figuren.



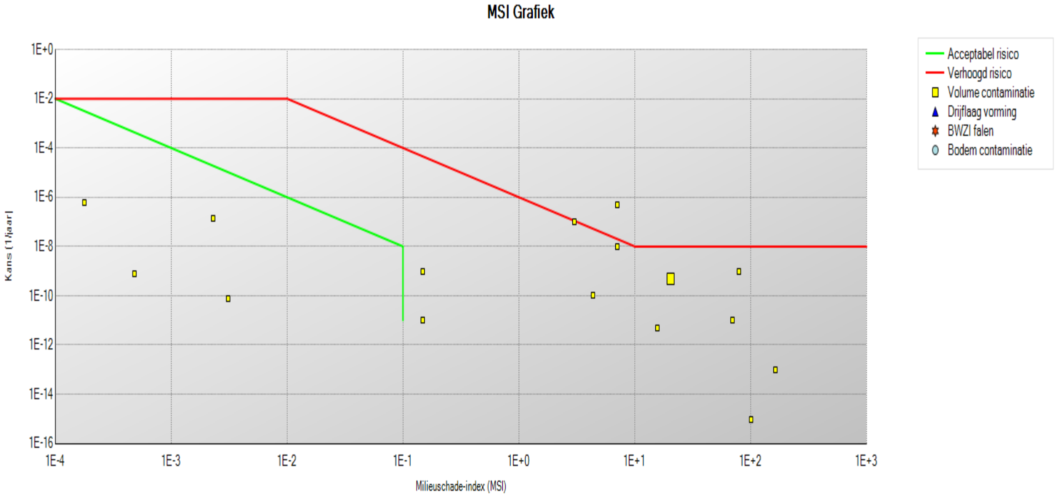
Figuur 6.2 Resultaten Proteus bij lozing op een kanaal.



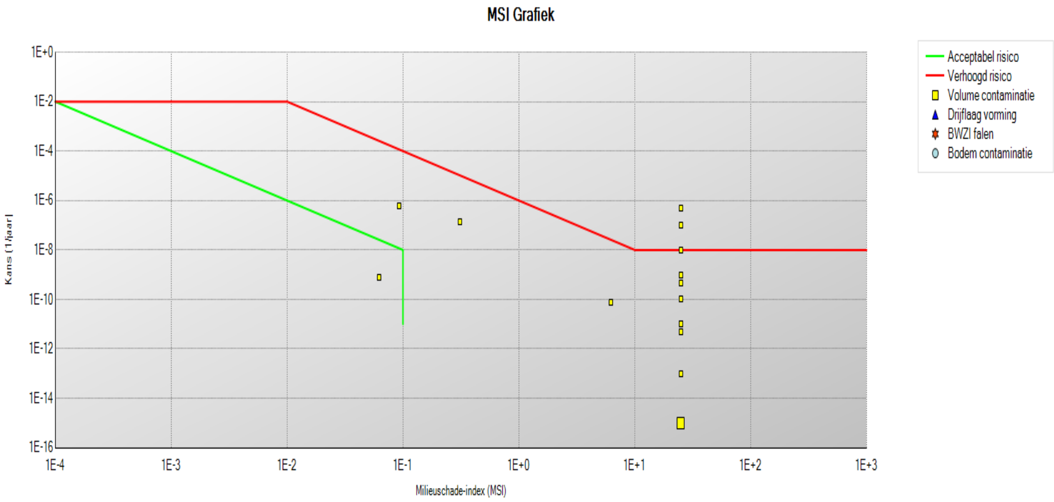
Figuur 6.3 Resultaten Proteus putlocatie– boren en fracken bij lozing op een rivier.



Figuur 6.4 Resultaten Proteus putlocatie– boren en fracken bij lozing op een sloot.



Figuur 6.5 Resultaten Proteus putlocatie– boren en fracken bij lozing op een estuarium.



Figuur 6.6 Resultaten Proteus putlocatie– boren en fracken bij lozing op een meer.

Uit de berekeningen blijkt dat de risico's alleen worden veroorzaakt door Glutaraldehyde. Bij de verdunde vloeistof (frackvloeistof) zijn de concentraties al zo laag dat de LC50 of EC50 waarden niet worden gehaald in het oppervlaktewater. Dat wil echter niet zeggen dat de concentraties daarom zo laag zijn dat een lozing geen invloed heeft.

Frackfase

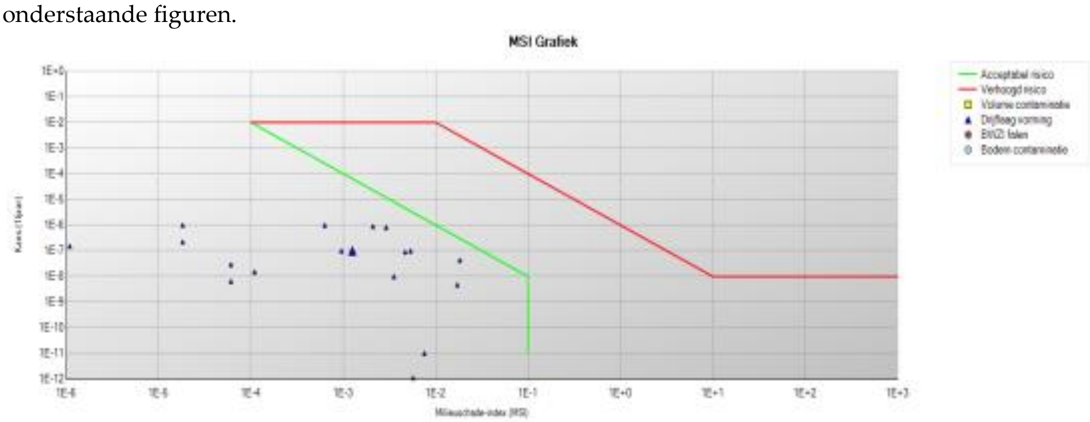
Tijdens de frackfase is naast frackchemicaliën ook productiewater aanwezig. Doordat in productiewater de concentraties al zo laag zijn dat de LC50 of EC50 waarden niet worden gehaald in het oppervlaktewater worden hiervoor geen effecten berekend. Voor de frackfase zijn de berekeningsresultaten daarom gelijk aan die van de boorfase. Dat wil echter niet zeggen dat de concentraties in productiewater zo laag zijn dat een lozing geen invloed heeft.

Winningsfase

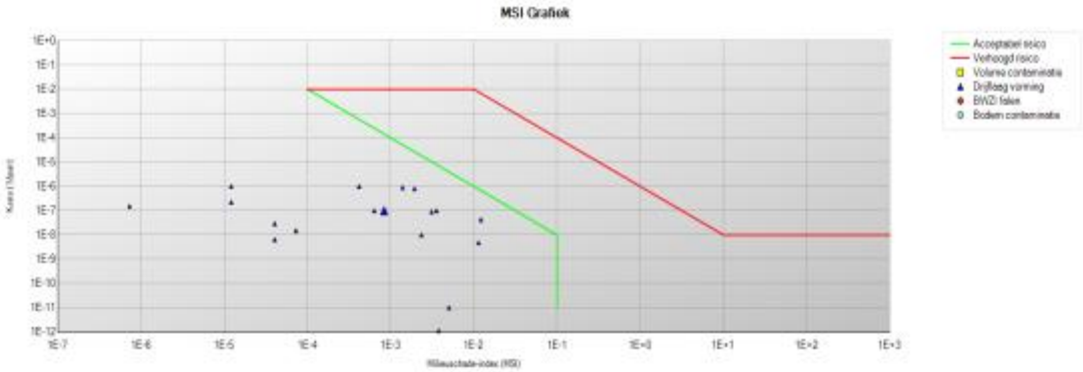
Tijdens deze fase is er ook aardgascondensaat aanwezig. Er is vanuit gegaan dat de frackvloeistof en frack chemicaliën dan niet meer aanwezig zijn.

De van belang zijnde vloeistofstromen tijdens de winningsfase zijn weergegeven in Bijlage 6.

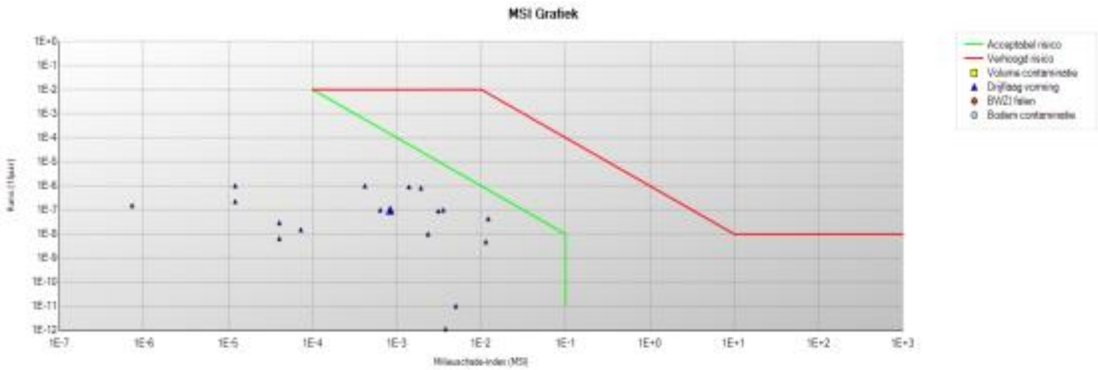
De resultaten van de berekeningen bij lozing op verschillende types oppervlakte water zijn weergegeven in onderstaande figuren.



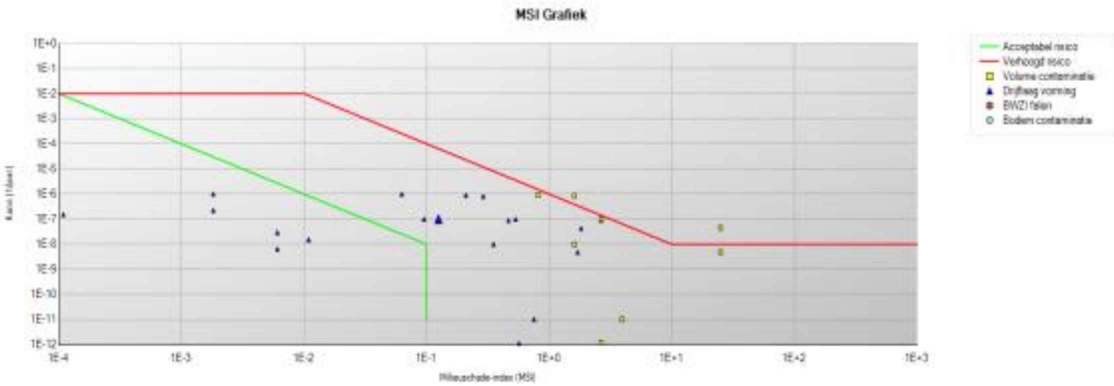
Figuur 6.7 Resultaten Proteus putlocatie– productie bij lozing op een kanaal.



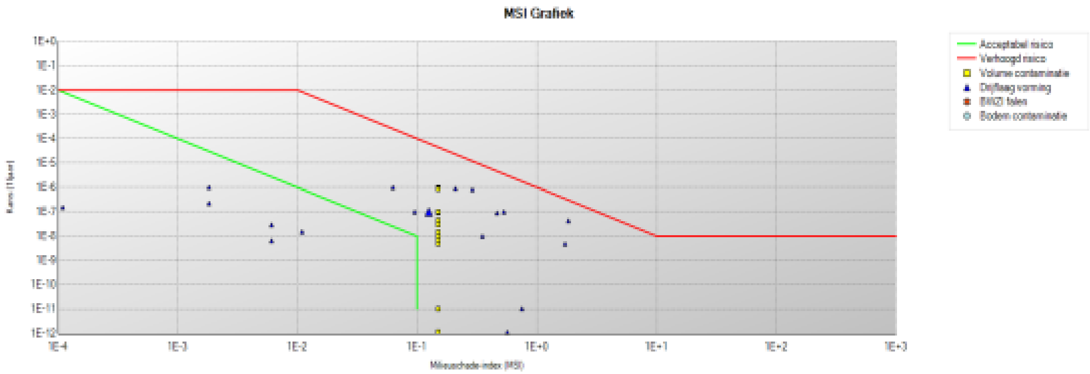
Figuur 6.8 Resultaten Proteus putlocatie– productie bij lozing op een rivier.



Figuur 6.9 Resultaten Proteus putlocatie– productie bij lozing op een estuarium.



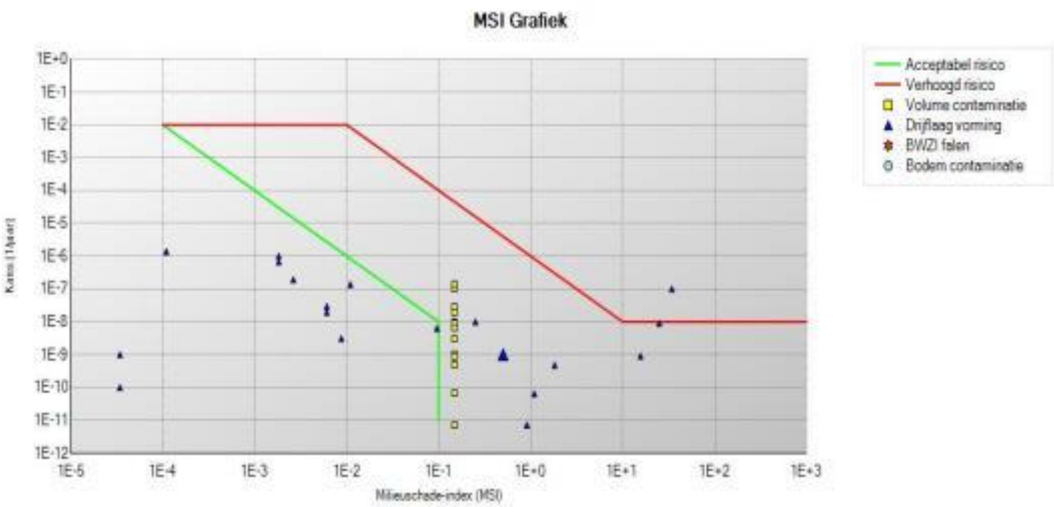
Figuur 6.10 Resultaten Proteus putlocatie– productie bij lozing op een meer.



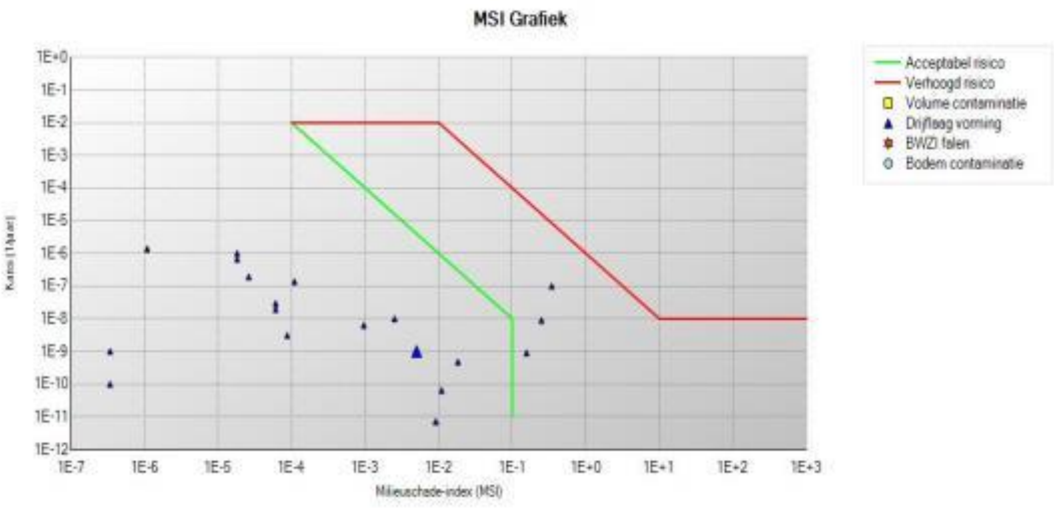
Figuur 6.11 Resultaten Proteus putlocatie– productie bij lozing op een sloot.

Gasverwerkingsinstallatie

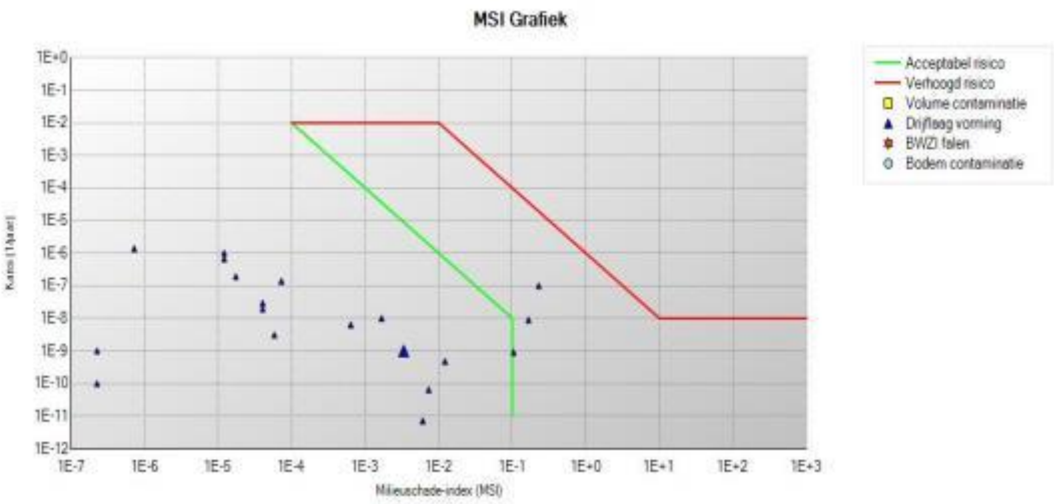
Bij de gasverwerking komt vooral condensaat in grote hoeveelheden voor. De aard en afmetingen van installaties waarin zich het condensaat bevindt hangen af van de samenstelling van het gas en van het gasverwerkingsproces en kunnen heel verschillend zijn. Maar omdat het om de vergelijking van deelgebieden gaat, maakt de precieze modellering niet zoveel uit. De van belang zijnde vloeistofstromen zijn schematisch weergegeven in Bijlage 6.



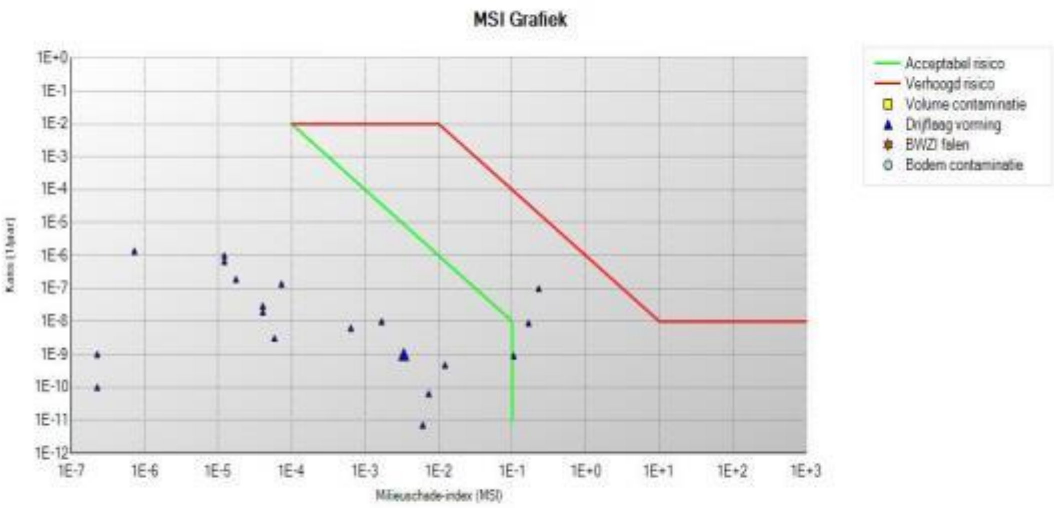
Figuur 6.12 Resultaten Proteus gasverwerkingslocatie bij lozing op een sloot.



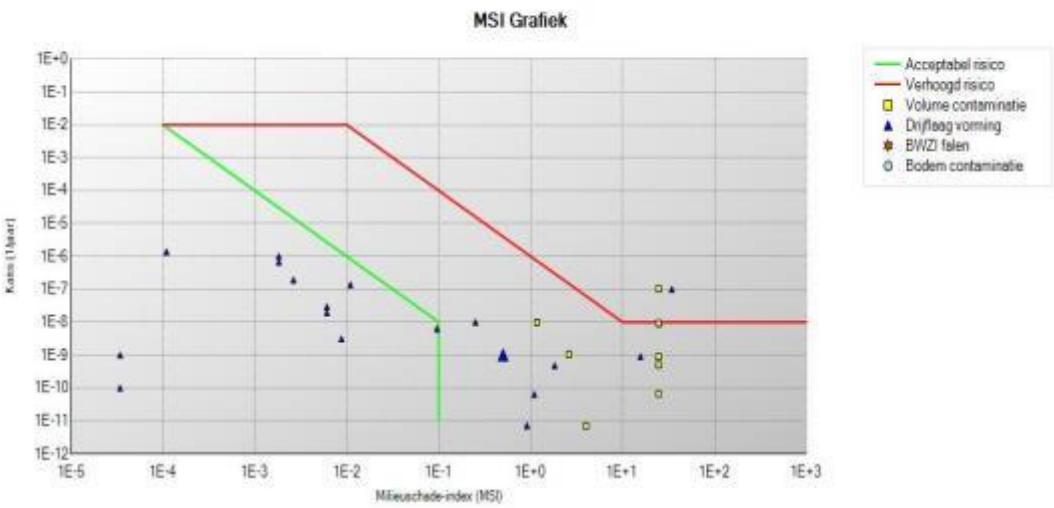
Figuur 6.13 Resultaten Proteus gasverwerkingslocatie bij lozing op een kanaal.



Figuur 6.14 Resultaten Proteus gasverwerkingslocatie bij lozing op een rivier.



Figuur 6.15 Resultaten Proteus gasverwerkingslocatie bij lozing op een estuarium.



Figuur 6.16 Resultaten Proteus gasverwerkingslocatie bij lozing op een meer.

Conclusie

De voor opsporing en-productie berekende verontreinigingsrisco's voor het oppervlaktewater zijn afhankelijk van het type oppervlaktewater waarop de lozing terecht komt. Tabel 6.5 geeft een overzicht van de berekende risico's getoond in Figuur 6.2 t/m Figuur 6.16.

Fase	Verwaarloosbaar milieurisico	Acceptabel milieurisico	Verhoogd milieurisico
Putlocatie Boor- en frackingfase		Kanaal, rivier, sloot	Meer, estuarium
Putlocatie Winningsfase	Kanaal, rivier, estuarium	Sloot	Meer
Gasverwerkingsinstallatie		Kanaal, rivier, estuarium	Meer, sloot

Tabel 6.5 Overzicht milieurisico's schaliegas afhankelijk van het type oppervlaktewater.

Uit de Proteus berekeningen blijkt een meer het meest kwetsbaar te zijn, maar ook lozingen op estuaria en sloten kunnen onacceptabele milieurisico's opleveren.

6.3.3 BEOORDELING LOZINGSRISICO'S PER DEELGEBIED

Op basis van de waarschijnlijkheid van het aantreffen van een bepaald type oppervlaktewater in een deelgebied is een gewogen risico berekend waarbij het grootste risico op milieuschade (worst case scenario) is genomen. Het worstcase scenario is herleid uit de Proteus berekening en is opgebouwd uit de frequentie dat zo'n scenario zich voordoet en het effect van dit scenario.

Zie onderstaande tabel voor een kwalitatieve weergave van het gewogen risico op een worstcase scenario per deelgebied. De kwantitatieve uitkomsten van de berekeningen zijn weergegeven in Bijlage 6.

Gebied	Boor- en frackfase	Productiefase	Gasverwerking
Zuid-Limburg	Verhoogd risico	Verwaarloosbaar risico	Acceptabel risico
Noord-Brabant en - Limburg	Acceptabel risico	Verwaarloosbaar risico	Verwaarloosbaar risico
Oost-Nederland	Acceptabel risico	Verwaarloosbaar risico	Verwaarloosbaar risico
Noord-Nederland	Verhoogd risico	Verwaarloosbaar risico	Acceptabel risico
Groene Hart	Verhoogd risico	Acceptabel risico	Acceptabel risico
Laag Holland	Verhoogd risico	Verwaarloosbaar risico	Acceptabel risico
Flevopolders	Verhoogd risico	Verwaarloosbaar risico	Acceptabel risico
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Acceptabel risico	Verwaarloosbaar risico	Verwaarloosbaar risico
Zuidvleugel	Acceptabel risico	Verwaarloosbaar risico	Verwaarloosbaar risico
Kustzone	Acceptabel risico	Verwaarloosbaar risico	Verwaarloosbaar risico

Tabel 6.6 Risico's op oppervlaktewaterverontreiniging per deelgebied (schaliegas).

In de deelgebieden met een klein aandeel meren in het totaal aan oppervlaktewateren is het risico op oppervlaktewaterverontreiniging acceptabel of verwaarloosbaar. In deze deelgebieden is er een grote kans op voorkomen van een rivier of van sloten, maar de effecten op deze typen oppervlaktewater zijn beperkt in vergelijking met de berekende milieuschade voor meren.
Tijdens alle bedrijfsfasen is het milieurisico in het Groene Hart het grootst. Maar ook in Zuid-Limburg, Noord-Nederland, Laag Holland en in de Flevopolders is overschrijding van de acceptatiegrenzen voor de lozingsrisico's zeer waarschijnlijk.

Ook in gebieden met een laag verontreinigingsrisico moet rekening worden gehouden met standaard maatregelen volgens de stand der techniek, zoals het plaatsen van installaties in opvangvoorzieningen, niet voldoende zou kunnen zijn om het risico tot een acceptabel niveau te reduceren. Dit zal het geval zijn wanneer de installaties in de nabijheid van stilstaande wateren worden geplaatst. Een acceptabel risiconiveau zal ook in deze situaties wel bereikt kunnen worden door maatregelen en voorzieningen te nemen die verder gaan dan de stand der techniek, zoals onder meer het gecontroleerd opvangen van lozingen die buiten een tankput terecht komen.

6.4 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

Een verontreiniging van het oppervlaktewater kan grensoverschrijdend zijn wanneer de lozing plaatsvindt op een grensoverschrijdend water. Dit zijn over het algemeen stromende wateren, zoals een rivier of een kanaal, tenzij de schaliegasinstallatie direct aan de landsgrens ligt. Aangezien de meeste

rivieren en kanalen in de richting van de Nederlandse Noordzee afstromen is de waarschijnlijkheid van een grensoverschrijdende verontreiniging in de meeste deelgebieden verwaarloosbaar. Alleen in de oostelijk gelegen deelgebieden (Oost-Nederland en Noord-Nederland) kunnen grensoverschrijdende verontreinigingen niet uitgesloten worden, omdat de afstroming richting Eems plaats kan vinden.

6.5 CUMULATIE

De risico's van onvoorziene lozingen naar het oppervlaktewater worden per installatie berekend en beoordeeld. Cumulatie van risico's voor het oppervlaktewater is niet van toepassing.

6.6 GEVOELIGHEIDSANALYSE

Voor het bepalen van de milieueffecten van schaliegaswinning is gebruik gemaakt van een voorbeeldwinning. In de praktijk zal een schaliegaswinning (op onderdelen) afwijken van de voorbeeldwinning. De effecten zullen mogelijk ook anders zijn. In Tabel 6.7 is een overzicht gegeven van de effecten bij wijzigingen van de uitgangspunten.

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
Samenstelling boor- en frackingvloeistoffen	37mg/l biocide 854mg/l kleistabilisator	Het risico op volumencontaminatie is direct afhankelijk van de biocide- en kleistabilisatorconcentraties omdat beide chemicaliën goed in water oplossen. Bij hogere concentraties zal de volumencontaminatie evenredig toenemen.
Samenstelling aardgascondensaat	100mg/l benzeen	De oplosbaarheid van benzeen in water is beperkt. Indien condensaat met een hoger benzeengehalte geloosd wordt, zullen de risico's voor volumencontaminatie in mindere mate toenemen.
Hoeveelheden gevaarlijke stoffen	Gasbehandeling 2000m^3	De milieurisico's zijn voor ieder installatiedeel afzonderlijk berekend. Er vindt geen sommatie plaats. Omdat verondersteld is dat de lozingspaden vanuit alle installaties identiek zijn, komt het milieurisico van de gehele inrichting overeen met het risico dat door de grootste installatie wordt veroorzaakt. Het verontreinigingsrisico neemt dus pas toe wanneer er meer dan 2000m^3 condensaat vrij kan komen.

Tabel 6.7 Gevoeligheidsanalyse.

Schalieolie

De risico's van onvoorziene lozingen op het oppervlaktewater zijn in grote mate afhankelijk van de aard van de uitgestroomde stoffen. Bij de winning van schaliegas zijn een groot deel van de geproduceerde koolwaterstoffen gasvormig (aardgas) waardoor het milieurisico bij de winning door het condensaat veroorzaakt wordt. Bij de winning van schalieolie bestaat het gevaar dat aardolie tijdens een calamiteuze lozing in het oppervlaktewater terecht komt. Aardolie heeft andere gevaareigenschappen dan aardgascondensaat en veroorzaakt daarom ook afwijkende milieurisico's. Terwijl de boor- en de frackfase tussen schaliegas en schalieolie niet verschillen, is ervan uitgegaan dat de installaties voor de winning wel anders zijn. Daarom zijn de milieurisico's voor schalieoliewinning herberekend. De uitgangspunten en resultaten van de herberekening zijn opgenomen in Bijlage 6.

Vergelijking van de berekende milieurisico's maakt duidelijk dat de risico's voor schalieolie 200 tot 600 keer hoger zijn dan voor schaliegas (zie Tabel 6.8 voor een kwalitatieve weergave en Bijlage 6 voor een kwantitatieve weergave).

Gebied	Milieurisico (worst case) voor	
	schaliegas	schalieolie
Zuid-Limburg	Verhoogd risico	Verhoogd risico
Noord-Brabant en - Limburg	Acceptabel risico	Verhoogd risico
Oost-Nederland	Acceptabel risico	Verhoogd risico
Noord-Nederland	Verhoogd risico	Verhoogd risico
Groene Hart	Verhoogd risico	Verhoogd risico
Laag Holland	Verhoogd risico	Verhoogd risico
Flevopolders	Verhoogd risico	Verhoogd risico
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Acceptabel risico	Verhoogd risico
Zuidvleugel	Acceptabel risico	Verhoogd risico
Kustzone	Acceptabel risico	Verhoogd risico

Tabel 6.8 Vergelijking maximale milieurisico's schaliegas - schalieolie

Uit de Proteus berekeningen blijkt dat de voornaamste risico's bij de winnings- en verwerkingsfase van schalieolie bestaan bij de kleinere oppervlaktewateren (vijver/klein meer). Bij de grotere oppervlaktewateren en wateren waar stroming staat blijft het milieurisico onder de CIW drempelwaarden. Net als bij schaliegas wordt ook bij schalieolielozingen op een meer, sloot of vijver/klein meer de waarde die als acceptabel wordt geacht overschreden, zie Bijlage 6. Hier zouden extra maatregelen getroffen moeten worden om te zorgen dat verontreiniging van het oppervlaktewater wordt voorkomen.

De milieurisico's bij de winning van schalieolie zijn aanzienlijk hoger dan de risico's die voor schaliegaswinning zijn berekend omdat de grootste uitgestroomde hoeveelheid 3000m^3 is in plaats van 2000m^3 voor aardgascondensaat. Dit komt met name doordat voor aardolie met een veel lagere aquatoxiciteit is gerekend (zie Bijlage 6). De grote verschillen in het berekende risico leiden echter nauwelijks tot een andere rangschikking van de deelgebieden. Zowel bij schaliegas als bij schalieolie zijn de milieurisico's in het Groene Hart het grootst.

6.7 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

De berekeningen van de milieurisico's met behulp van Proteus laten zien dat onvoorziene lozingen uit productielocaties en de gasverwerkingsinstallatie tot verhoogde risico's kunnen leiden. Dit is afhankelijk van de afwatering op de inrichting en van de aard van het blootgestelde oppervlaktewater.

Indien bij de realisatie geen reguliere lozing van regen- of afvalwater op het openbare riool of op een oppervlaktewater voorzien wordt, zou het onderzoek naar onvoorziene lozingen en daaruit voortkomende maatregelen in het kader van de Wabo-vergunningverlening mogelijk niet aan de orde komen. Er is dan extra aandacht vanuit het bevoegd gezag nodig om de risico's van onvoorzieniene lozingen alsnog in het Wabo-vergunningtraject te betrekken. Daarbij zouden in overleg met de waterkwaliteitsbeheerder aanvullende eisen met betrekking tot de beheersing van lozingsrisico's gesteld kunnen worden.

6.8 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

De systematiek waarmee de risico's van onvoorziene lozingen zijn beoordeeld, is beproeft en veelvuldig toegepast op onder meer industriële inrichtingen waarvoor veiligheidsrapportplicht van het Besluit risico's zware ongevallen geldt. Aangezien de meeste mijnbouwinstallaties uitgezonderd zijn van het werkingsgebied van dat besluit, is er niet veel ervaring met de toepassing van de milieurisicoanalyse methodiek voor deze inrichtingen. Vanuit technisch oogpunt verschillen de installaties voor het mengen, scheiden of opslaan van vloeistoffen voor de productie van schaliegas en –olie niet ten opzichte van andere industrieën. Daarom wordt de gehanteerde methodiek als geschikt gezien.

Bij de risico's op onvoorziene lozingen kan het effect van beschermingsmaatregelen niet beoordeeld worden aan de hand van een monitoringprogramma dat de oppervlaktewaterkwaliteit bewaakt. De meeste beschermingsmaatregelen moeten immers voorkomen dat gevaarlijke stoffen in het oppervlaktewater terecht komen. Bij de risicoberekeningen is ervan uitgegaan dat de stand der techniek is geïmplementeerd en dat alle beschermingsmaatregelen systematische geïnspecteerd en onderhouden worden. Een evaluatieprogramma zal daarom met name gericht moeten zijn op de borging de werking van beschermingsmaatregelen in de operationele fase.

7 Verstoring aardkundige en bodemkundige waarden

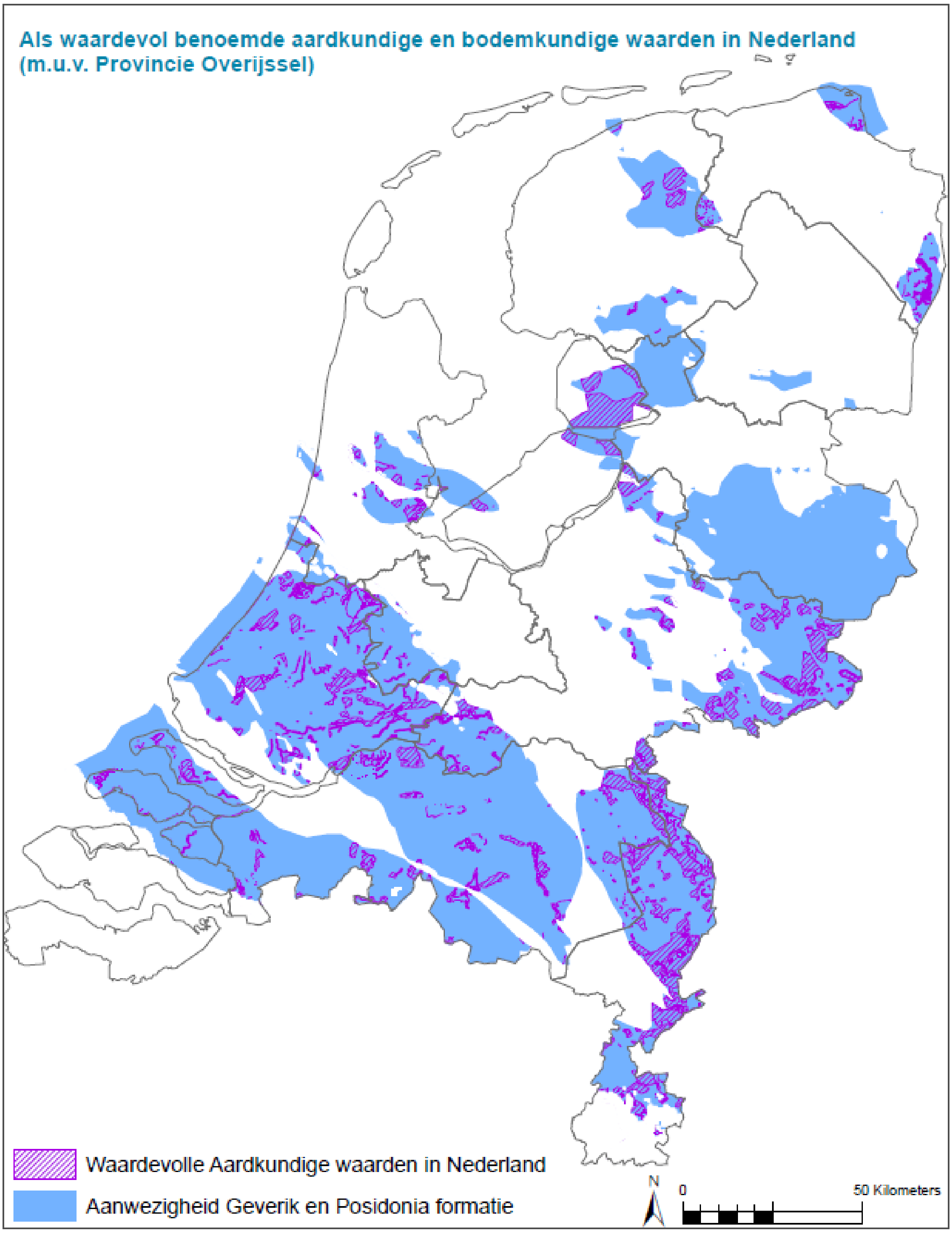
In dit hoofdstuk zijn de effecten op het aspect verstoring bodemopbouw beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 7.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 7.2)*
- *Effectbeschrijving en beoordeling (paragraaf 7.3)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 7.4)*
- *Cumulatie (paragraaf 7.5)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 7.6)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 7.7)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 7.8)*

7.1 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

Over het algemeen worden aardkundige waarden omschreven als onderdelen van het landschap die iets vertellen over de natuurlijke ontstaanswijze van een gebied. Dit kunnen bijvoorbeeld belangrijke landschapsvormen zijn of variatie in geologie. Onder het begrip vallen geomorfologische, geologische, bodemkundige en geohydrologische verschijnselen, zoals stuifzandgebieden, dekzandruggen, hoogveengebieden en stuwwallen. Deze aardkundige waarden kunnen zichtbaar zijn aan het oppervlak, of afgedekt door sediment in de ondergrond (Ministerie van Infrastructuur en milieu, 2015). Door de provincies zijn zogenoemde waardevolle bodemkundige of aardkundige waarden ruimtelijk benoemd. Dit betreffen gebieden waar wordt getracht deze waarden zoveel mogelijk intact te laten. . De Provincie Overijssel heeft wel de aardkundige en bodemkundige waarden op kaart beschikbaar, maar deze kaart betreft een beschrijving van de oorspronkelijk aanwezige waarden vlakdekkend voor de gehele provincie. Er worden geen specifieke gebieden benoemd waar deze waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden ook nog aanwezig zijn. Daarmee kan voor het deelgebied Oost-Nederland niet het juiste percentage oppervlakte bestaande uit aardkundige en bodemkundige waarden worden bepaald. In de effectbeschrijving van deelgebied Oost-Nederland is om deze reden de Provincie Overijssel buiten beschouwing gelaten in de effectbeoordeling.

De aanwezigheid van aardkundig of bodemkundig waardevolle gronden is voor de rest van Nederland in beeld gebracht. Figuur 7.1 geeft de aanwezigheid van deze gronden binnen de gebieden waar potentieel schaliegas in de ondergrond aanwezig is. De gepresenteerde informatie is afkomstig van het geoportaal van de verschillende provincies.



Figuur 7.1 Als waardevol benoemde aardkundige en bodemkundige waarden binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond zoals beschikbaar via de websites van de betreffende provincies (m.u.v. Provincie Overijssel)

De waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden komen verspreid over de deelgebieden voor. Wel geldt dat in het ene deelgebied (zoals Zuid-Limburg) aanzienlijk veel waardevolle gronden aanwezig zijn ten opzichte van een ander deelgebied. In Tabel 7.1 is het oppervlakte van elk deelgebied uitgezet tegen het oppervlakte van de aanwezige aardkundige en bodemkundige waarden binnen het deelgebied.

Deelgebied	Subgebied	Totale oppervlakte deelgebied [ha]	Oppervlakte aardkundige of bodemkundige waarden binnen het deelgebied [ha]	Percentage van de totale oppervlakte [%]
Flevoland		36.503	18.853	52
Groene Hart		153.836	27.242	18
Laag Holland		7.290	3.354	46
Zuid-Limburg		12.632	6.454	51
Noord-Brabant & Noord-Limburg	A	85.186	5.357	6
Noord-Brabant & Noord-Limburg	B	119.301	5.970	5
Noord-Brabant & Noord-Limburg	C	141.251	49.479	35
Noord-Nederland	A	71.607	5.955	8
Noord-Nederland	B	21.414	2.379	11
Noord-Nederland	C	9.405	619	7
Oost-Nederland		254.801	32.070	13
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden		50.704	2.660	5
Zuidvleugel		45.985	7.294	16
Kustzone		13.427	3.623	27

Tabel 7.1 Berekende oppervlakte aardkundige en bodemkundige waarden per deelgebied op basis van de beschikbare kaarten op de websites van de betreffende provincies.

7.2 TOETSINGSKADER

Als gevolg van de voorbeeldwinning wordt op elke productielocatie een oppervlak van 150 bij 100 meter nagenoeg geheel vergraven. De voorbeeldwinning bestaat uit totaal 13 productielocaties. Daarnaast wordt een centrale gasbehandelingsinstallatie (incl. waterzuiveringsinstallatie) met een oppervlak van 110 bij 130 meter gerealiseerd waarvoor het aannemelijk is dat voor dit oppervlak ook sprake is van een vergraving van de ondergrond. Tussen de afzonderlijke locaties zullen leidingen ondergronds worden aangelegd. Het betreft hierbij een combinatie van vier leidingen, namelijk een gasleiding, een aanvoerleiding voor drinkwater, een aanvoerleiding voor gezuiverd water vanaf de gasbehandelingsinstallatie en een vuilwaterleiding[25]. Er wordt vanuit gegaan dat deze leidingen in een gecombineerde geul in de ondergrond worden aangebracht, waarbij de waterleidingen in dezelfde geul als die van de gasleiding kunnen worden geplaatst. Aangezien de gasleiding op de grootste diepte wordt aangelegd, is de benodigde geuldimensies voor de gasleiding maatgevend. Er wordt uitgegaan van een geul tot 2,75 meter onder maaiveld van 2 meter breed over een totale afstand van circa 65 km. De combinatie van de 13 productielocaties, de centrale gasbehandelingsinstallatie en het leidingen netwerk betekent dat er in totaal sprake is van het vergraven van circa 34 ha.

[25] De wateraanvoerleidingen en vuilwaterleidingen naar de centrale gasbehandelingslocatie zijn alleen van toepassing wanneer centraal de zuivering van het water zal plaatsvinden en dus niet op de afzonderlijke productielocaties.

Het vergraven van de bovengrond betekent een verstoring van het aanwezige bodemprofiel en de aanwezige aardkundige waarden. Aanwezige aardkundige en/of bodemkundige waarden worden hierbij onherstelbaar verstoord. Voor een groot deel van het Nederlandse oppervlak geldt dat een verstoring van de oorspronkelijke opbouw van de bovengrond reeds heeft plaatsgevonden als gevolg van het huidige of historische landgebruik. Verspreid over Nederland komen echter nog gebieden voor met kenmerkende aardkundige en bodemkundige waarden. Deze gebieden zijn door de provincies aangeduid en reeds in paragraaf 7.1 benoemd.

7.2.1 BELEIDSKADER

Er is geen landelijke wetgeving met betrekking tot aardkundige waarden. Sommige provincies hebben hun ambities ten aanzien van aardkundige waarden opgenomen in een structuurvisie, Omgevingsplan, Provinciale omgevingsverordening (POV) of iets dergelijks. Deze invulling verschilt per provincie. Ook op gemeentelijk niveau wordt vaak een eigen invulling gegeven aan de provinciale ambities (Rijksoverheid, 2014). Over het algemeen geldt dat de provincies specifieke gebieden benoemen waar zij ernaar streven om de aardkundige en bodemkundige waarden zoveel mogelijk intact te houden. Hier zijn echter geen wettelijke beperkingen en /of randvoorwaarden aan verbonden.

7.2.2 BEOORDELINGSKADER

Het vergraven van de bovengrond in aardkundige of bodemkundig waardevolle gebieden betekent een negatief effect. De aanwezige waarden worden onherstelbaar aangetast. De mate van dit negatieve effect is gekoppeld aan de aanwezigheid van aardkundige waarden binnen de deelgebieden. Immers hoe groter deel van de deelgebieden bestaat uit aardkundige waarden, hoe groter de kans en het oppervlak dat wordt vergraven in het geval van schaliegaswinning. Dit leidt tot de volgende scoringsmethodiek:

Scoringsmethodiek
N.v.t. er treedt geen verbetering op in aardkundige waarden
N.v.t. er treedt geen verbetering op in aardkundige waarden
Oppervlakte van het deelgebied bestaat voor minder dan 10 % uit aardkundige waarden.
Oppervlakte van het deelgebied bestaat voor 10 - 50 % uit aardkundige waarden. Er is een kans aanwezig dat er aardkundige waarden deels worden aangetast.
Oppervlakte van het deelgebied bestaat voor meer dan 50 % uit aardkundige waarden. Het is aannemelijk dat er aardkundige waarden deels worden aangetast.

Tabel 7.2 Scoringsmethodiek aardkundige en bodemkundige waarden[26]

7.3 EFFECTEN

In voorliggende paragraaf zijn de effecten aan de hand van de referentiesituatie en het beoordelingskader per deelgebied beschreven. In de effectenbeschrijvingen wordt gesproken van de ‘kans op’ een negatief effect. Aangezien de exacte locatie van eventuele winningen niet bekend is, is op basis van de mate van aanwezigheid van aardkundige en bodemkundige waarden in een deelgebied een potentieel negatief effect benoemd. De daadwerkelijke effecten worden bepaald door de specifieke locatie van een toekomstige winning.

[26] Er zal altijd gelden dat wanneer de ingreep precies plaatsvindt op de locatie van de aardkundige of bodemkundige waarden, ook al zijn deze maar in een deel van het gebied aanwezig, er sprake is van een negatief effect. De beoordeling geeft dus vooral het risico op een verstoring weer.

Zuid-Limburg
Het deelgebied 'Zuid-Limburg' kent een groot oppervlakte met waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden. Circa 69 % van het gebied bestaat uit deze waardevolle waarden. Daarmee geldt dat hier sprake is van een kans op een negatief effect.

Noord-Brabant & Noord-Limburg
Het deelgebied 'Noord-Brabant & Noord-Limburg' is op basis van de aanwezigheid van waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden op te delen in twee deelgebieden. De subgebieden A en B (globaal betreft dit het gebied binnen Noord-Brabant) bestaan voor respectievelijk 7 en 5 % uit waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden. Daarom geldt voor deze twee deelgebieden dat er sprake is van een neutraal effect.
Het oostelijk deel van het deelgebied (subgebied C, het Limburgse deel) kent een grotere aanwezigheid van aardkundige en bodemkundige waarden. Dit deelgebied bestaat voor circa 35 % uit waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden. Hiervoor geldt een kans op een beperkt negatief effect.

Oost-Nederland
Het deelgebied 'Oost-Nederland' is het grootste deelgebied. Het gebied bestaat voor 13 % uit aardkundige waarden. Wel geldt binnen dit gebied dat voor de provincie Overijssel geen informatie over aardkundige of bodemkundige waarden beschikbaar is. Dit maakt dat het percentage relatief laag uitvalt. Wanneer alleen het gebied binnen Gelderland wordt beschouwd, ligt het percentage rond de 50 %. Binnen het deelgebied is dus sprake van een kans op een beperkt negatief effect. Echter wanneer er specifiek wordt gekeken naar het deel van het deelgebied waarvoor de gegevens beschikbaar zijn is sprake van een negatief effect.

Noord-Nederland
In de Noord-Nederlandse deelgebieden is de aanwezigheid van waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden beperkt. Zoals Tabel 7.1 laat zien, maken deze waarden in de subgebieden A en C minder dan 10% uit van het totale oppervlakte van het deelgebied. Dat betekent dat hier een neutraal effect is te verwachten. De kans dat sprake zal zijn van een aanzienlijke vergraving van aardkundige of bodemkundige waarden is beperkt. De aanwezigheid van waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden is in subgebied B beperkt groter (11 %). Voor dit subgebied geldt dan ook de kans van een beperkt negatief effect.

Groene Hart
Het deelgebied 'Groene Hart' omvat het centrale deel van de Randstad. Binnen dit gebied wordt circa 17% van de oppervlakte ingenomen door waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden. Daarmee geldt binnen dit gebied een kans op beperkt negatieve effecten.

Laag Holland
Het deelgebied 'Laag Holland' bestaat voor 43 % uit aardkundige en bodemkundige waarden. Het betreft een relatief klein deelgebied met veel aardkundige en bodemkundige waarden. Binnen het deelgebied is sprake van een kans op een beperkt negatief effect.

Flevoland
In het deelgebied 'Flevoland' bestaat 52% van het gebied uit aardkundige en bodemkundige waardevolle waarden. Bij een initiatief in dit deelgebied is er kans op een negatief effect.

Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden
Het deelgebied 'Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden ' bestaat voor circa 5 % uit waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden, waarmee voor dit gebied geldt dat het effect naar verwachting neutraal zal zijn. De kans dat er sprake zal zijn van een vergraving van waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden is klein.

Zuidvleugel
Ditzelfde geldt voor het deelgebied 'Zuidvleugel', dat de zuidelijke kant van de Randstad omvat. Binnen dit gebied bestaat 15 % uit waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden. Daarmee geldt ook binnen dit gebied een kans op beperkt negatieve effecten.

Kust
Het deelgebied 'Kust' betreft één van de kleinere deelgebieden. Binnen het gebied bestaat circa 25 % uit waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden. Daarmee geldt dat er sprake is van een kans op een beperkt negatief effect.

7.3.1 VERGELIJKING DEELGEBIEDEN

De vergelijking van de deelgebieden kan worden afgeleid uit de Tabel 7.1. De percentages aardkundige waarden in de laatste kolom geven direct een vergelijking tussen de deelgebieden. In Tabel 7.3 is te zien dat de minste effecten op aardkundige waarden te verwachten zijn in Noord-Brabant en Noord-Nederland. De grootste effecten worden verwacht in de Flevoland en Zuid-Limburg.

Deelgebied	Subgebied	Percentage van de totale oppervlakte [%]
Flevoland		52
Groene Hart		18
Laag Holland		46
Zuid-Limburg		51
Noord-Brabant & Noord-Limburg	A	6
Noord-Brabant & Noord-Limburg	B	5
Noord-Brabant & Noord-Limburg	C	35
Noord-Nederland	A	8
Noord-Nederland	B	11
Noord-Nederland	C	7
Oost-Nederland		13
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden		5
Zuidvleugel		16
Kust		27

Tabel 7.3 Effectbeoordeling Aardkundige waarden per deelgebied

7.4 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

Wanneer het uitgangspunt wordt gehanteerd dat alle benodigde installaties, locaties en leidingen op Nederlands grondgebied worden gerealiseerd, is er geen beïnvloeding van aardkundige of bodemkundige waarden in het buitenland te verwachten. Dit geldt ook wanneer schaliegaswinning in de nabijheid van de

grens wordt gerealiseerd. Het effect beperkt zich tot de daadwerkelijke productielocaties en bijhorende installaties in de directe ondergrond vanaf maaiveld.

7.5 CUMULATIE

Wanneer er sprake is van cumulatie, de realisatie van meerdere voorbeeldwinningen binnen een deelgebied verandert hierbij het effect niet. Eventueel aanwezige aardkundige en bodemkundige waarden worden onherstelbaar vergraven, en leveren een negatief effect op. Met de toename van het aantal voorbeeldwinningen binnen een deelgebied neemt echter wel het totale oppervlakte dat wordt vergraven toe. En daarmee neemt ook de kans dat hierbij ook aardkundige en bodemkundige waarden worden vergraven toe. Er kan niets worden gezegd over het effect van eventuele ruimtelijke clustering of juist een verspreiding van meerdere voorbeeldwinningen op de aanwezige aardkundige en bodemkundige waarden. Dit hangt geheel samen met het wel of niet aanwezig zijn van aardkundige en bodemkundige waarden op de betreffende locaties in het specifieke deelgebied. Mogelijk kan er bij een clustering wel sprake zijn van het samenbrengen van bijvoorbeeld bijhorende installaties waardoor er netto sprake kan zijn van een kleiner te vergraven oppervlak dan in het geval van verspreiding van meerdere voorbeeldwinningen.

Eventuele cumulatie in de tijd (het al dan niet simultaan realiseren van meerdere voorbeeldwinningen) heeft geen invloed op de effectbeoordeling ten aanzien van de aardkundige en bodemkundige waarden.

7.6 GEVOELIGHEIDSANALYSE

In onderstaande Tabel 7.4 wordt een aantal van de uitgangspunten horende bij de voorbeeldwinning aangehaald. In de laatste kolom 'Gevoeligheidsanalyse' wordt stilgestaan bij het veranderen van het effect als het gekozen uitgangspunt varieert.

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
Aanvoer water	Per leiding	Wanneer wordt gekozen voor een andere wijze van aanvoer, kan de aanleg van leidingen een beperking betekenen van het te verstoren ondergrond, waardoor sprake is van een kleiner negatief effect op de aardkundige en bodemkundige waarden.
Aan- en afvoer gas en water	65 km leiding	Een toename in de benodigde afstand aan leidingen betekent een toenemend negatief effect wanneer hiervoor aardkundige en bodemkundige waarden worden vergraven. Een afname van de afstand betekent juist een afname in het negatieve effect.
Oppervlakte productielocatie	150 m x 100 m (10 locaties)	Een verandering in het oppervlak van de productielocatie betekent een verandering in het effect op de aardkundige en bodemkundige waarden. Bij een toename wordt er meer vergraven en neemt daarmee het negatieve effect toe. Bij een afname in de oppervlakte neemt het negatieve effect juist af.
Oppervlakte gasbehandelingsinstallatie (incl. zuivering)	110 m x 130 m	Een verandering in het oppervlak van de gasbehandelingsinstallatie betekent een verandering in het effect op de aardkundige en bodemkundige waarden. Bij een toename wordt er meer vergraven en neemt daarmee het negatieve effect toe. Bij een afname in de oppervlakte neemt het negatieve effect juist af.

Tabel 7.4 Gevoeligheidsanalyse aardkundige en bodemkundige waarden

Schalieolie

In Bijlage 5 zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven. Op hoofdlijnen is er een beperkt aantal verschillen. Schalieolie moet naar het oppervlak gepompt worden en gas stroomt naar het oppervlak. De behandelingsinstallatie van olie wijkt af van die van gas en de afstand van de behandelingsinstallatie naar het transportnetwerk of een afnamepunt zal bij olie gemiddeld groter zijn dan bij gas. Zoals in bijlage 5 wordt beschreven zal de toename in het leidingnetwerk circa 50 km bedragen. Kijkend naar het totale oppervlakte dat door de winning wordt beslagen is er sprake van een toename van 34 naar 44 ha. Dit betreft een toename van circa 30%. Met deze toename is er dan ook sprake op een toenemende kans dat er aardkundige of bodemkundige waarden worden aangetast.

7.7 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

Om negatieve effecten op waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden te beperken, dient bij de keuze van potentiele winlocaties voor schaliegas deze specifieke gronden te worden gemeden.
Voor de productie- en gasbehandelingslocaties geldt dat de ondergrond nagenoeg permanent wordt vergraven. Voor het leggen van leidingen wordt er vergraven om de leiding te leggen. Ook hier vindt een permanente verstoring van de ondergrond plaats.
Verstoring van de bodemopbouw door leidingen kan geheel worden voorkomen wanneer bijvoorbeeld wordt gekozen voor het gebruik van bovengrondse leidingen. Voor de productielocaties kan gekozen worden de exacte locatie te verleggen om waardevolle gronden te sparen. Dit kan echter weer gepaard gaan met extra benodigde leidingen.

7.8 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Voor alle provincies met uitzondering van de Provincie Overijssel zijn gegevens beschikbaar over waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden. Op basis van deze geleverde gegevens is de aanwezigheid van de waarden binnen de deelgebieden bepaald.
Zoals eerder gezegd, aangezien de provincie Overijssel niet specifiek waardevolle waarden heeft aangewezen, maar een kaart heeft opgesteld waarbij voor de volledige provincie de aardkundige waarden zijn benoemd (vlakdekkend), is de provincie Overijssel vooralsnog buiten beschouwing gelaten. Door de effectbeoordeling van Gelderland toe te kennen aan het deelgebied als totaal is de aanname gemaakt dat binnen het Overijsselse deel sprake is van een vergelijkbare aanwezigheid van waardevolle aardkundige en bodemkundige waarden.

Voor het evaluatieprogramma is de aanbeveling om vooraf in kader van locatiekeuze en vergunningaanvraag in kaart te brengen of er aardkundige en bodemkundige waarden zijn, zodat inpassing/mitigatie mogelijk is. Na in gebruik name van een locatie heeft monitoring geen zin, aangezien ruimtebeslag en vergraving dan al plaats heeft gevonden.

8 Verkeer

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het thema verkeer beschreven. De effecten zijn kwalitatief beoordeeld. Omdat de exacte locatie van de voorgenomen activiteit niet bekend is, is het niet mogelijk de effecten met een verkeersmodel door te rekenen of op een andere manier verkeerseffecten (aantal bewegingen en het effect op de capaciteit van het wegennet) kwantitatief te bepalen. Bij het projectMER(locatiespecifiek) zal nagegaan worden of het van belang is om de bewegingen in een verkeersmodel door te rekenen en zo het effect op capaciteit over de dag te bepalen. Ook zal er per locatie nagegaan worden of de aanwezige infrastructuur voldoende is gedimensioneerd voor de (zware) vrachtagens. Met andere woorden: is de aanwezige weginfrastructuur voldoende gedimensioneerd of moet er extra infrastructuur aangelegd worden?

Voor het thema verkeer is geen beoordeling uitgevoerd voor landschapstypen en deelgebieden. De effecten zijn te locatiespecifiek om op het niveau van landschapstypen of deelgebieden uitspraken te kunnen doen.

Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Uitgangspunten verkeer (paragraaf 8.1)*
- *Effecten (paragraaf 8.2)*
- *Cumulatie (paragraaf 8.3)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 8.4)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 8.5)*
- *Leemten in kennis (paragraaf 8.6)*

8.1 UITGANGSPUNTEN VERKEER

Alle fasen voor opsporing en winning van schaliegas gaan gepaard met de aan- en afvoer van personeel en materiaal. Naast de boortoren moeten tijdelijke voorzieningen worden aangevoerd, zoals generatoren, pompen, silo's, tanks en containers die dienst doen als werkplaats, kleedruimte en kantoor. Ook zijn hulpstoffen nodig voor het boren en fracken.

De aan- en afvoer van personeel en materiaal vindt plaats over de weg en resulteert daardoor in een toename van het aantal transportbewegingen. Voor het bepalen van het aantal transportbewegingen is het uitgangspunt gehanteerd dat de aanvoer van water voor boor- en frackvloeistoffen plaatsvindt met leidingen.

In Tabel 8.1 is een overzicht weergegeven van het aantal vrachtwagenbewegingen in de voorbeeldwinning.

Fase	Zware vrachtwagen (>13ton)	Lichte vrachtwagen (6 ton)
Aanleg	3.640	3.553
Boren	3.770	18.980
Fracken	51.480	28.253
Winnen	11.700	0
Verlaten	1.170	1.300
Totaal (13 locaties gedurende 10 jaar*)	71.760	52087

* De periode van aanleg, boren en fracken van 13 productielocaties duurt ongeveer 10 jaar. Voor het bepalen van het gemiddeld aantal vrachtwagens per dag is (worst case) het totale aantal vrachtwagens over de looptijd van de winning genomen en verdeeld over 10 jaar.

Tabel 8.1 Aantal vrachtwagenbewegingen (heen en terug) voor 13 productlocaties in 10 jaar uitgaande van aanvoer per leiding (NYSDEC, 2011, pp. 6-302)

In bovenstaande tabel is te zien dat er per productielocatie ongeveer vier transportbewegingen per werkdag zijn. De piek van het aantal vrachtwagens per dag kan veel hoger liggen. De op- en afbouw van een boorinstallatie genereert bijvoorbeeld ongeveer 13 transportbewegingen per werkdag (NAM, 2014). De grootste piek vindt plaats tijdens het fracken. Dan kunnen er tientallen vrachtwagenbewegingen per dag plaatsvinden.

8.2 EFFECTEN

Doorstroming

Voor de verkeersbewegingen van en naar een productielocatie is een kwalitatieve beoordeling uitgevoerd van de effecten op de doorstroming. Hierbij is gekeken naar welke effecten optreden voor deze aspecten.

De productielocaties zijn waarschijnlijk op enige afstand gelegen van het hoofdwegenet. Lokale ontsluiting vindt daarom plaats via erftoegangswegen. Een erftoegangsweg kan ongeveer 3.200 verkeersbewegingen per werkdag verwerken (SRE, 2013).

Op de wegen rondom de productielocatie valt de gemiddelde toename van vier transportbewegingen per werkdag ruim binnen de natuurlijke fluctuaties van de verkeersintensiteiten van een dergelijk type weg. Het aantal verkeersbewegingen neemt weliswaar toe, maar dit aantal is dusdanig laag dat de effecten nauwelijks waarneembaar zijn. Tijdens het fracken ligt het aantal vrachtwagenbewegingen aanzienlijk hoger dan het gemiddelde. Dit kan resulteren in een beperkte verslechtering van de doorstroming. De negatieve effecten op de doorstroming zijn daarom beperkt negatief beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie.

In Tabel 8.2 is de effectbeoordeling voor het criterium doorstroming weergegeven.

Deelgebied	Doorstroming
Alle deelgebieden	Tijdens het fracken kan sprake zijn van tientallen vrachtwagenbewegingen op een dag. Dit kan een beperkt negatief effect hebben op de doorstroming.

Tabel 8.2 Effectbeoordeling doorstroming

Verkeersveiligheid

De ontsluiting van de productielocaties vindt plaats via erftoegangswegen. Op erftoegangswegen vindt menging plaats van langzaam (fietsers/voetgangers) en gemotoriseerd verkeer. Gevolg hiervan is dat

conflicten kunnen ontstaan tussen vrachtverkeer en langzaam verkeer. Afhankelijk van de rijbaanbreedte, de routes en intensiteiten van het langzaam verkeer kunnen hierdoor verkeersveiligheidsproblemen optreden. Het aantal transportbewegingen is echter zo laag dat de afname van de verkeersveiligheid ten opzichte van de referentiesituatie als gering wordt beschouwd. Tijdens het fracken ligt het aantal vrachtwagenbewegingen hoger dan gemiddeld en kan een beperkt negatief effect optreden.

In Tabel 8.3 is de effectbeoordeling voor het criterium doorstroming weergegeven.

Deelgebied	Verkeersveiligheid
Alle deelgebieden	Tijdens het fracken kan sprake zijn van tientallen vrachtwagenbewegingen op een dag. Dit kan een beperkt negatief effect hebben op de verkeersveiligheid.

Tabel 8.3 Effectbeoordeling verkeersveiligheid

8.3 CUMULATIE

Het aantal verkeersbewegingen is direct afhankelijk van het aantal winningen. Het aantal transportbewegingen neemt lineair toe met het aantal winningen. De transportbewegingen zullen plaatsvinden tussen de verschillende productielocaties en een gasbehandelingsinstallatie. In het bijzonder rondom gasbehandelingsinstallatie kan daarom een cumulatief effect optreden ten aanzien van de negatieve effecten op doorstroming en verkeersveiligheid ten opzichte van de referentiesituatie.

8.4 GEVOELIGHEIDSANALYSE

De gevolgen van aanvoer van water, boor- en frackvloeistoffen per vrachtwagen in plaats van per leiding zijn weergegeven in onderstaande tabel. Hierin komt duidelijk naar voren dat wanneer er gebruik gemaakt zal worden van de aanvoer per vrachtwagen, dat het aantal vrachtwagens in de boor- en frackfase enorm zullen toenemen.

Fase	Zware vrachtwagen (>13ton)	Lichte vrachtwagen (6 ton)
Aanleg	3.640	3.553
Boren	20.670	45.240
Fracken	207.480	56.507
Winnen	11.700	0
Verlaten	1.170	1.300
Totaal (13 locaties gedurende 10 jaar*)	244.660	106.600

* De periode van aanleg, boren en fracken van 13 productielocaties duurt ongeveer 10 jaar. Voor het bepalen van het gemiddeld aantal vrachtwagens per dag is (worst case) het totale aantal vrachtwagens over de looptijd van de winning genomen en verdeeld over 10 jaar.

Tabel 8.4 Aantallen vrachtwagens voor aanvoer van water, boor- en frackvloeistoffen per vrachtwagen in geval aanvoer per as in plaats van per leiding is (NYSDEC, 2011)

Dit aantal transportbewegingen heeft een groter effect op doorstroming en verkeersveiligheid ten opzichte van de situatie waarbij het water per waterleiding wordt aangevoerd. De effecten op capaciteit en doorstroming van het wegennet en verkeersveiligheid zullen in het projectMER (locatiespecifiek) in meer detail worden onderzocht.

8.5 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

Bij het vaststellen van de definitieve locaties is het gewenst om vaste aan- en afvoerroutes voor zwaar verkeer met de wegbeheerder aan te wijzen. Op deze manier kunnen routes aanwezen worden die een minimaal effect hebben op de omgeving.

Voorts kan gedacht worden aan het instellen van venstertijden. Transport vindt dan bijvoorbeeld plaats buiten de spits. Aangezien in de spits de meeste verkeersbewegingen plaats vinden, nemen daardoor de negatieve effecten op de doorstroming en verkeersveiligheid af ten opzichte van de situatie zonder venstertijden.

Ten slotte moet monitoring plaats vinden van de wegen waar transportbewegingen plaats vinden. Het is waarschijnlijk dat deze wegen niet altijd geschikt zijn voor het zware verkeer. Risico op schade aan de wegen is daardoor aanwezig. Dit kan resulteren in een verminderde verkeersveiligheid.

8.6 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

De mate waarin de verkeersituatie beïnvloed wordt is locatiespecifiek. Zolang de locaties niet definitief zijn, is het niet mogelijk om de effecten per productielocatie te beschouwen. Voor concrete initiatieven moeten de effecten daarom locatiespecifiek worden beschouwd. Ook zullen daar waar noodzakelijk de cumulatieve effecten in beeld gebracht moeten worden.

9 Externe veiligheid

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het thema externe veiligheid beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 9.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 9.2)*
- *Effectbeschrijving (paragraaf 9.3)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 9.4)*
- *Cumulatie (paragraaf 0)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 9.6)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 9.7)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 9.8)*

9.1 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

Voor externe veiligheid van inrichtingen worden de effecten niet opgeteld bij de risico's van bestaande inrichtingen. Voor putlocaties en gasbehandelingslocaties is er dus geen referentiesituatie. Dat wil zeggen dat er in de referentiesituatie voor inrichtingen dus geen extern veiligheidsrisico is. Voor leidingtransport geldt hetzelfde.

Voor het transport van gevaarlijk stoffen per tankauto wordt wel uitgegaan van een referentiesituatie. Als er op bestaande wegen al transport van gevaarlijke stoffen is moeten de risico's opnieuw berekend worden voor de nieuwe situatie, en kunnen de oude en de nieuwe situatie met elkaar vergeleken worden. Hiervoor kunnen de Basisnettabellen voor wegen als uitgangspunt genomen worden. Het Basisnet geeft aan over welke routes gevaarlijke stoffen vervoerd mogen worden.

De referentiesituatie voor externe veiligheid hangt dus af van het bestaande transport van gevaarlijke stoffen in de omgeving. Dit verschilt sterk per gebied. Hiervoor zijn landschapstypen niet onderscheidend. Het effect op deelgebieden is bepaald in paragraaf 9.3.3.

9.2 TOETSINGSKADER

9.2.1 BELEIDSKADER

In Nederland is in 2004 het Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen (Bevi) in werking getreden en deze is gewijzigd in februari 2009 (Ministerie van VROM). In aanvulling hierop is per 1 juli 2009 de gewijzigde Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen (Revi) (Ministerie van VROM, 2009) van kracht.

Momenteel is het Bevi formeel niet van toepassing op mijnbouwactiviteiten zoals aardgaswinning, omdat mijnbouwlocaties niet opgenomen zijn in artikel 2 (1e lid) van het Bevi en ook niet zijn aangewezen op grond van artikel 2, eerste lid, onderdeel d of h. Echter wordt in het Besluit algemene regels milieu mijnbouw ('Barmm') en voor de verlening van mijnbouwmilieuvergunning en de Wabo-milieuvergunning voorgeschreven, dat de berekening van het plaatsgebonden risico en het groepsrisico (zie voor uitleg paragraaf 9.2.2) van een mijnbouwwerk moet worden uitgevoerd conform Bevi en de Regeling externe veiligheid inrichtingen ('Revi'). Dat wil zeggen met behulp van het softwareprogramma

SAFETI-NL en de Handleiding Risicoberekeningen Bevi. Dit is vooruitlopend op de aanwijzing van mijnbouwwerken als inrichtingen waarop het Bevi van toepassing is.

In de Revi is onder andere vastgelegd, dat voor de inrichtingen die nu onder het Bevi vallen een kwantitatieve risicoanalyse (Quantitative Risk Analysis oftewel QRA) opgesteld dient te worden, waarbij gerekend moet worden conform de Handleiding Risicoberekeningen Bevi (HRB) versie 3.2 (RIVM, 2009) met gebruik van Safeti-NL versie 6.54 (DNV, 2009).
Er is voorzien dat in de toekomst mijnbouwinrichtingen onder het Bevi komen te vallen, waarbij de HRB aangevuld zal worden met specifieke scenario's en faalkansen. Deze zijn op dit moment beschreven in "Interim Handleiding Risicoberekeningen Externe Veiligheid" (Staatstoezicht op de mijnen, 2010).
Recent is overeenstemming bereikt over de definitieve rekenmethode voor de mijnbouw. Deze is op 27 november 2014 kenbaar gemaakt op de website van het RIVM en in een brief van 2 december 2014 in een brief van SodM aan de mijnbouwmaatschappijen onder de aandacht gebracht. De definitieve rekenmethode voor de mijnbouw wordt officieel van kracht wanneer mijnbouwinrichtingen onder de werkingssfeer van Bevi vallen. Dat is op dit moment dus nog niet het geval. Uit het consequentie-onderzoek dat voorafgaand aan het uitbrengen van de nieuwe rekenmethode is uitgevoerd, is gebleken dat de verschillen met de rekenmethode volgens de genoemde Interim Handleiding, beperkt zijn. Gezien de beperkte verschillen tussen de rekenmethodes en de gevoeligheid van de uitkomsten voor verschillen tussen de uitgangspunten van de risico-analyse is het niet nodig de berekeningen opnieuw uit te voeren met behulp van de nieuwe methode.

9.2.2 BEOORDELINGSKADER

De externe veiligheidsrisico's worden uitgedrukt in het (PR) en het Groepsrisico (GR) zoals gedefinieerd in het Bevi.

Plaatsgebonden risico
Het plaatsgebonden risico is het risico op een plaats buiten een inrichting, uitgedrukt als de kans per jaar dat een persoon die onafgebroken en onbeschermd op die plaats zou verblijven, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof, gevaarlijke afvalstof of bestrijdingsmiddel betrokken is.
Het plaatsgebonden risico wordt weergegeven als risico-contouren (plaatsen met een gelijke PR) op een plattegrond (zie Figuur 9.2).

Voor het plaatsgebonden risico staan in het Bevi grens- en richtwaarden vermeld voor kwetsbare en beperkt kwetsbare objecten. Ook dient rekening te worden gehouden met de geprojecteerde objecten in het geldende bestemmingsplan. Voorbeelden van kwetsbare objecten zijn woningen in woonwijken, scholen en ziekenhuizen. Enkele voorbeelden van beperkt kwetsbare objecten zijn verspreid liggende woningen, dienst- en bedrijfswoningen, kleine hotels en restaurants, sport-, kampeer- en recreatie terreinen met minder dan 50 mensen.

De grens- en richtwaarden staan in de volgende tabel.

Object	Norm
(Geprojecteerd) kwetsbaar	Grenswaarde PR 10^{-6} / jaar[27]
(Geprojecteerd) beperkt kwetsbaar	Richtwaarde PR 10^{-6} / jaar[27]

Tabel 9.1 Risico normering PR Bevi inrichtingen, buisleidingen

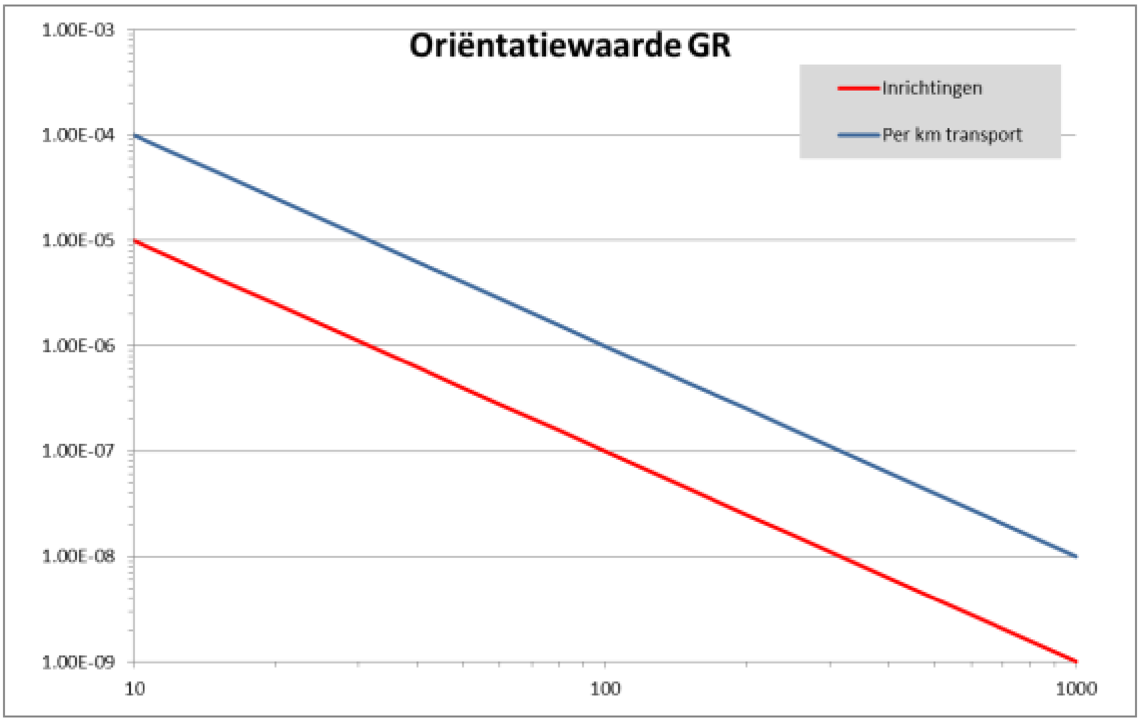
Groepsrisico

Het groepsrisico is de opgetelde kans per jaar dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.
Het groepsrisico wordt uitgedrukt in een grafiek, zogenaamde fN-curve, waarin de groepsgrootte van aantallen slachtoffers (x-as, zie Figuur 9.1) uitgezet wordt tegen de opgetelde frequentie dat een dergelijke groep slachtoffer wordt van een ongeval (y-as, zie Figuur 9.1). Het groepsrisico wordt berekend op basis van de bevolkingsgegevens in het gebied waarbinnen de kans op dodelijke slachtoffers 1% is. Dit gebied is het invloedsgebied en het wordt bepaald door de maximale effectafstand te berekenen.

Voor het groepsrisico geldt geen harde norm. In het Bevi is een voorschrift opgenomen op grond waarvan inzicht moet worden gegeven in de actuele hoogte van het groepsrisico en de bijdrage aan het groepsrisico van ruimtelijke ontwikkelingen of risicovolle activiteiten. Bij de toetsing van het groepsrisico wordt een oriëntatiewaarde gebruikt (zie Figuur 9.1). De oriëntatiewaarde is geen harde norm, maar een richtlijn waarnaar moet worden gekeken bij de verantwoording van het groepsrisico. Alle onderdelen van de GR-curve die boven/rechts van de lijn liggen zijn een overschrijding van de oriënterende waarde. Het is vervolgens aan het bevoegd gezag om de verantwoording van het groepsrisico op te stellen volgens de verantwoordingsplicht (Ministerie van VROM, 2007) en om onder meer overleg te voeren met de brandweer. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de waarde van het groepsrisico ten opzichte van de oriëntatiewaarde, maar dient een afweging van belangen gemaakt te worden en wordt rekening gehouden met de aanwezige rampenbestrijdingsplannen en -middelen en de zelfredzaamheid van personen[28]. Ook genomen maatregelen ter voorkoming en beperking van escalatie, welke niet in een QRA verdisconteerd kunnen worden, kunnen hierbij worden beschouwd.

[27] 10^{-6} / jaar betekent een kans van 1 op 1.000.000 per jaar

[28] Na tijdig informeren van deze personen in het invloedgebied.



Figuur 9.1 Ligging oriëntatiewaarden voor het groepsrisico voor inrichtingen.

9.3 EFFECTBESCHRIJVING- EN BEOORDELING

9.3.1 EFFECTBESCHRIJVING

Voor externe veiligheid zijn de verschillende landschapstypen en deelgebieden niet van invloed op de het plaatsgebonden risico. Wel kan, nadat de orde grootte van de diverse onderdelen en fases bekend zijn, bekeken worden wat mogelijke effecten zijn in de verschillende landschapstypen en deelgebieden.
Er zijn geen specifieke voorschriften voor QRA's (kwantitatieve risicoanalyse) voor schaliegaswinning. Er wordt daarom gebruik gemaakt van de worstcase scenario's voor conventionele gaswinning. Het grotere aantal putten bij schaliegaswinning zal het risico juist weer verhogen, maar hier wordt rekening mee gehouden in de berekeningen. De uitkomsten zijn dus een worstcase benadering.

De effectbeoordeling berust op het plaatsgebonden risico omdat het een maat is voor het ruimtebeslag en afhankelijk is van de aard van de schaliegasactiviteiten. Op basis van het plaatsgebonden risico kan de ruimtelijke inpasbaarheid in een deelgebied beoordeeld worden. Bovendien zijn voor het plaatsgebonden risico wettelijke grenswaarden vastgelegd.

Het groepsrisico is weliswaar een belangrijke maat voor de maatschapelijke impact die door een ongeval bij een schaliegasinrichting veroorzaakt zou kunnen worden, maar het groepsrisico is bij de effectbeoordeling niet nader onderzocht. De reden hiervoor is dat het groepsrisico sterk afhankelijk is van lokale bevolkingsdichtheden binnen het invloedsgebied. De aanwezigheid van een object waar zich een grote hoeveelheid mensen kan bevinden, kan daarom tot een piek in de groepsrisicocurve leiden. Of hierdoor de orienterende waarde overschreden wordt, hangt af van het plaatsgebonden risico ter hoogte van het object. Zolang de exacte locatie van een inrichting niet bekend is kan bij de beoordeling van het groepsrisico in de verschillende deelgebieden alleen uitgegaan worden van de gemiddelde bevolkingsdichtheid in het betreffende deelgebied: de kans op overschrijding van de orienterende waarde

van het groepsrisico is het hoogst in het dichtst bevolkte deelgebied. Bij de vergelijking van de deelgebieden is de woningdichtheid beschreven. Deze is een goede maatstaf voor de bevolkingsdichtheid.

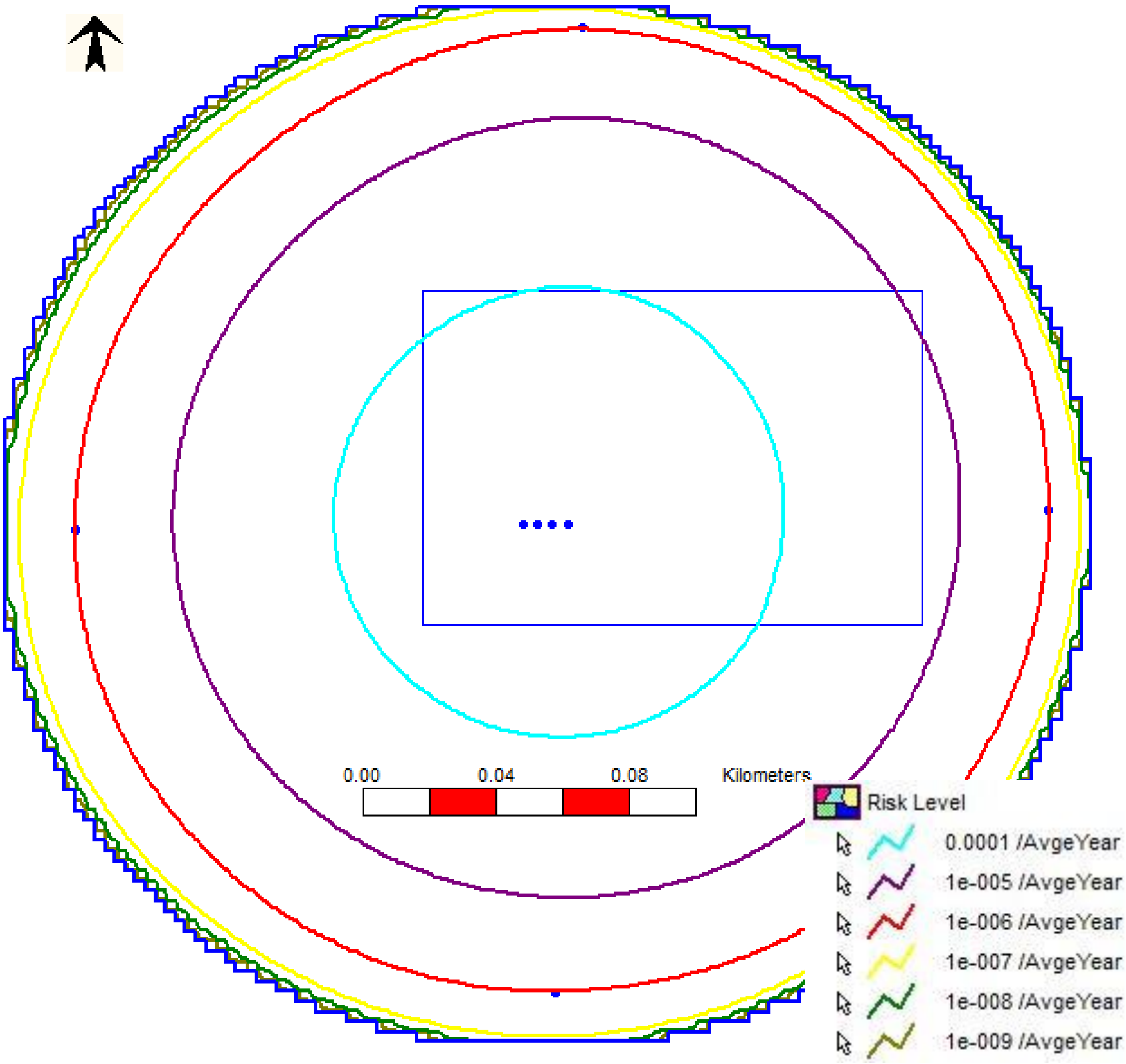
Boren

Het boren van schaliegasputten gaat grotendeels op dezelfde manier als het boren van putten voor conventioneel gas in Nederland. Een verschil is dat bij schaliegas naast verticaal ook horizontaal wordt geboord, terwijl dat bij conventioneel gas niet vaak voorkomt.

Bij het boren naar schaliegas is een blow-out (situatie waarbij gas langs en uit het boorgat doorbreekt naar het maaiveld) in principe niet mogelijk, tenzij tijdens de boring onvoorziene gasvoorraden worden aangeboord (dat kan ook bij conventionele gasboring). De kans op een blow-out wordt daarom zeer klein geacht bij schaliegas. Lekkages vanuit de putten worden wel als reëel scenario gezien.

Omdat de risico’s van het boren in grote mate afhangen van de druk in het boorgat is hiervoor een indicatieve berekening uitgevoerd. Aangezien niet bekend is hoeveel kleiner de kans op een blow-out is bij het boren naar schaliegas, wordt in eerste instantie (worstcase) uitgegaan van de frequenties die gelden voor het boren naar conventioneel gas. De scenario’s en frequenties voor boren naar conventioneel gas zijn beschreven in de Interim Handleiding Risicoberekeningen Externe Veiligheid (Staatstoezicht op de mijnen, 2010). De overige uitgangspunten zijn opgenomen in Bijlage 7.

Uit de berekeningen van de risico’s komt een contour met kansen dat een persoon overlijdt als gevolg van een ongeval op een productielocatie (plaatsgebonden risico). Dichtbij de productielocatie is deze kans groter. De toelaatbare kans voor woningen (kwetsbare objecten) is 1 op 1 miljoen per jaar. Deze contour heeft tijdens het boren een doorsnede van bijna 300 meter (zie Figuur 9.2). Het invloedsgebied (gebied waarbinnen de kans op overlijden bij een relevant ongevalscenario groter is dan 1%) heeft een doorsnede van 300-350 meter.



Figuur 9.2 Risicocontouren tijdens het boren. In de donkerblauwe lijn is de contour van de productielocatie aangegeven. De blauwe stippen zijn de boorputten die in een jaar worden geboord.

Fracken

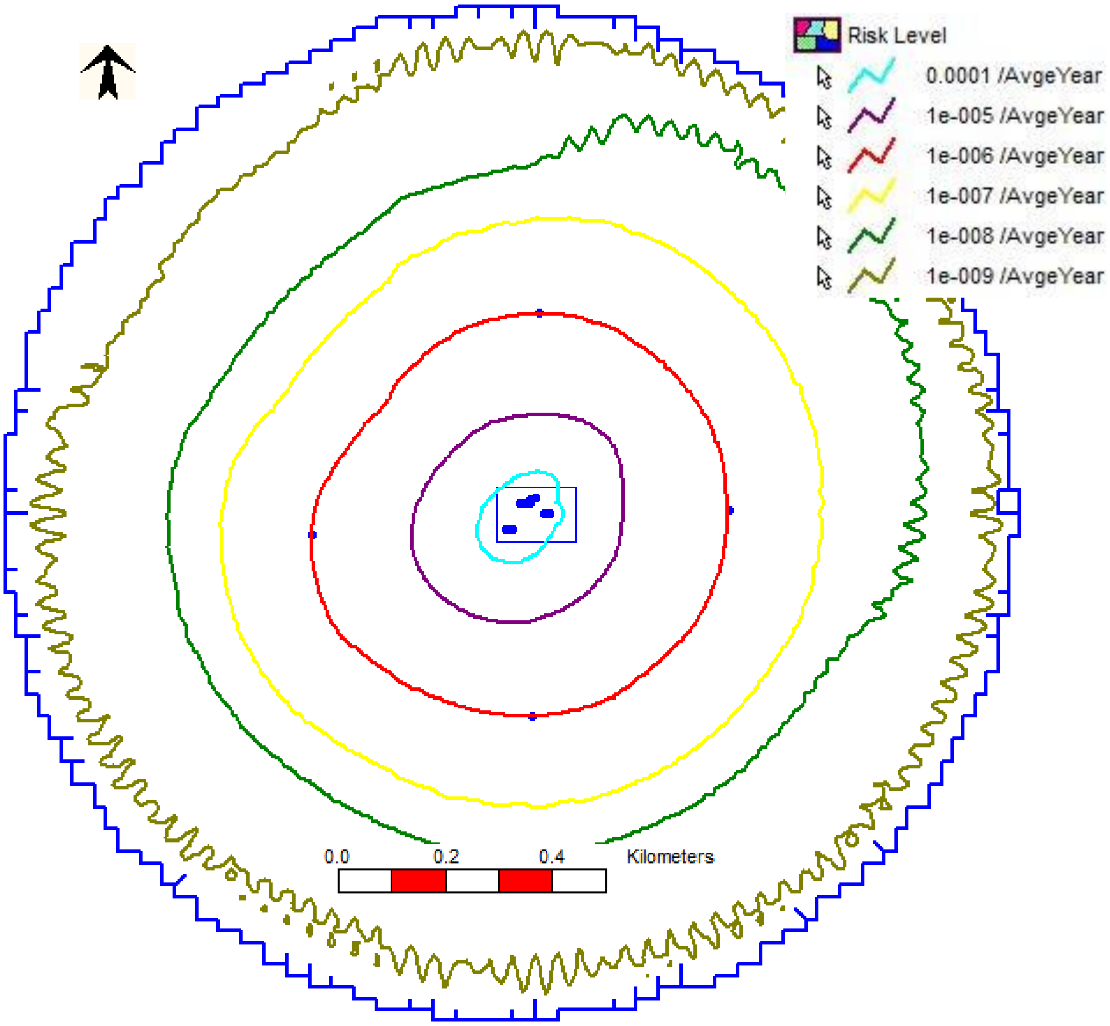
Fracken wordt ook bij de winning van conventioneel gas toegepast. Hiervoor zijn geen specifieke ongevalsscenario's of verhoogde ongevalsfrequenties gegeven in de Interim Handleiding Risicoberekeningen Externe Veiligheid (Staatstoezicht op de mijnen, 2010). Wel zal bij schaliegas veel vaker gefrackt worden en daarom kan het risico groter zijn.

Ook voor de frackfase geldt dat de risico's afhangen van de druk in het boorgat. Net als voor de boorfase wordt de kans op een blow-out bij de frackfase zeer klein geacht bij schaliegas. Voor het fracken zijn geen specifieke ongevalsfrequenties bekend. De scenario's zijn niet anders dan bij het boren. De frequenties zijn dus niet bekend, maar het invloedsgebied is vanwege dezelfde scenario's gelijk aan het invloedsgebied tijdens de boorfase, dat wil zeggen 300-350 meter. De doorsnede van de 10^{-6}-contour is niet bekend maar zal in elk geval binnen het invloedsgebied liggen.

Winningsfase
In de winningsfase spelen meerdere zaken een rol bij het bepalen van de externe veiligheid: naast de productielocatie, is er nu ook een gasverwerkingslocatie en zijn er diverse leidingen van en naar de locaties. Voor allen is hieronder de risicocontour bepaald.

Productielocatie
Om een indicatie te krijgen van de risicocontouren van de winningsfase is een fictieve productielocatie ontworpen. Deze en overige uitgangspunten zijn in Bijlage 7 weergegeven.

Dit geeft de risicocontouren voor het plaatsgebonden risico (PR) voor de productielocatie uit Figuur 9.3:



Figuur 9.3 Risicocontouren productielocatie in de winningsfase. In donkerblauw is de hele productielocatie aangegeven.

De doorsnede van de 10^{-6}-contour (rode lijn) is circa. 750-800 meter, de doorsnede van het invloedsgebied is ongeveer 1900 meter. In deze fase zijn de risico's groter, omdat er leidingen zijn toegevoegd, om het gas te verzamelen en te transporteren naar de gasverwerkingslocatie. Door de verzamelleidingen gaat het gas van alle putten op een locatie. Dit geeft dus grotere effectafstanden bij een ongeval dan wanneer er iets met 1 put gebeurt.

Gasverwerkingsinstallatie
De opwerking (geschikt maken van gas voor gebruik) van schaliegas is niet anders dan voor conventioneel gewonnen gas. Dus ook de risico's die bij het opwerken komen kijken zijn vergelijkbaar. Hoe de

gasbehandeling eruit ziet is afhankelijk van de samenstelling van het gas. Omdat deze samenstelling niet precies bekend is, is er geen berekening op basis daarvan uitgevoerd. In plaats daarvan is er gekeken naar diverse gasverwerkingsinstallaties van de NAM. Daarmee kan een indicatie worden gekregen van de grootte van de 10^{-6}-contour (grenswaarde kwetsbare objecten plaatsgebonden risico) van een gasverwerkingsinstallatie.
Een overzicht van uitkomsten van QRA's van gasverwerkingsinstallaties van de NAM staat in Tabel 9.2:

Locatie	Capaciteit [10^6 m^3/dag]	Doorsnede 10^{-6} contour [m]	Uit	Datum
Emmen	4,6	Ca. 700	QRA gaszuiveringsinstallatie Emmen 20673/13-R01	19-08-2013
Botlek		Ca. 600/800	QRA Botlek 27656-100/R01	22-07-2013
Anjum	10	Ca. 700	QRA Anjum 26078-120	17-05-2013
Barendrecht		Ca. 350	QRA Barendrecht L20673/17-R01	07-08-2013
Ten Arlo		Ca. 550	QRA Ten Arlo 27972-103/R01	02-07-2013
Gaag	2,35	Ca. 550	QRA Gaag 27972-113/R01	10-02-2014

Tabel 9.2 Gasverwerkingsinstallatie met capaciteit en doorsnede 10^{-6}-contour

De capaciteit van de gasbehandelingsinstallatie van de voorbeeldwinning is ongeveer 5,3 * 10^6 m^3 per dag. De NAM-locatie met de meeste vergelijkbare capaciteit is Anjum. De 10^{-6}-contour zal daarom naar verwachting een doorsnede hebben van ongeveer 700 meter.

Gasleidingen
Het geproduceerde aardgas wordt met behulp van leidingen van de productielocaties naar de gasbehandelingslocatie getransporteerd. Dit gebeurt door gasleidingen met een diameter van 6-12inch (150-300mm). Nadat het gas op de gasverwerkingsinstallatie is bewerkt wordt het getransporteerd naar het hoofdleidingnetwerk middels leidingen van 48inch (1210mm) (Halliburton, 2011). Zie ook Bijlage 5 voor een beschrijving van het leidingnetwerk bij de voorbeeldwinning.

De risico's van gasleidingen moeten worden berekend met het risicoberekeningsprogramma CAROLA. De risico's zijn afhankelijk van onder andere de diameter, de diepteligging, de wanddikte, de druk en de staalsoort van de leiding.

In elk geval moet er belemmeringsstrook van 5 meter aan weerszijden van de buisleiding zijn. Hoeveel groter dan 10 meter deze strook moet zijn hangt af van de 10^{-6}-contour. Het is ook mogelijk dat er helemaal geen 10^{-6}-contour is. Dit is afhankelijk van bovengenoemde punten (diameter, druk en temperatuur). Voor nieuw aan te leggen gasleidingen is er overeenkomstig het Bevb vanuit gegaan dat leidingen worden aangelegd met een afstand van maximaal 5 meter voor de PR-10^{-6} norm. Daardoor zullen er geen (beperkt) kwetsbare bestemmingen binnen de afstand behorend bij de norm kunnen komen te liggen, en wordt aan die norm altijd voldaan. De uitgangspunten van de gasleidingen zijn opgenomen in Bijlage 7.

Condensaattransport per tankauto
Condensaat is een restmateriaal dat gelijktijdig wordt geproduceerd met gaswinning. Het bestaat uit vloeibare koolwaterstoffen die meekomen met het gas. Vroeger werd het afgefakkeld, maar nu wordt het meestal per tankauto afgevoerd. De risico's van het transport van gevaarlijke stoffen moeten worden berekend met het risicoberekeningsprogramma RBMII. Vanaf de gasbehandelingsinstallatie kunnen er enkele duizenden tankauto's condensaat per jaar worden vervoerd (bij de NAM-locatie Anjum, met een

dubbele capaciteit dan bij Schaliegas, ruim 6000 per jaar). Voor zowel het plaatsgebonden risico als het groepsrisico zijn voor het transport over de weg vooral de brandbare gassen van belang. Op lokale wegen (wegen buiten de bebouwde kom, geen snelwegen) wordt pas bij aantallen tankauto's brandbare vloeistoffen van 15.000 of meer per jaar wordt er een 10^{-6}-contour buiten de weg berekend. Dit zal dus in de meeste gevallen niet van toepassing zijn. Op snelwegen wordt pas een 10^{-6}-contour berekend bij aantallen van 60.000 of meer per jaar. En zelf dan ligt de contour nog geheel binnen de weg. Alleen als er al grote aantallen brandbare vloeistoffen of brandbare gassen over de trajecten waar het omgaat, worden vervoerd kan toevoeging van de aantallen van een gasverwerkingsinstallatie invloed hebben op de 10^{-6}-contour. Dit zal wel altijd beschouwd moeten worden bij concrete plannen.

Verlaten
Als een put wordt afgesloten is dat omdat deze geen gas meer produceert. De druk zal zijn afgenomen. De risico's zijn dan lager dan bij het boren, fracken of tijdens de productie omdat de effecten kleiner zijn door de lagere druk.

Conclusie
Omdat in de winningsfase een productielocatie de grootste 10^{-6}-contour (750-800 meter) heeft is die maatgevend voor het bepalen van effecten van de voorbeeldwinning op externe veiligheid. Buiten deze contour zijn de risico's voor de externe veiligheid in beginsel toelaatbaar. Afhankelijk van de lokale situatie zullen mogelijkverdergaande maatregelen ter beperking van effecten nodig zijn.

9.3.2 VERGELIJKING LANDSCHAPSTYPEN

Op basis van landschapstypen is geen onderscheidende beoordeling te maken voor het aspect externe veiligheid. Dit komt doordat de mate van het wel of niet voorkomen van een risico gerelateerd is aan de mate van gevoelige objecten nabij de productielocatie. Onderling is er nauwelijks een onderscheid te maken tussen de landschapstypen in het wel of niet voorkomen van gevoelige objecten of de mate van voorkomen hiervan.

Op basis van deelgebieden is dit onderscheid wel te maken en om deze reden zal de beoordeling van het aspect externe veiligheid volledig plaatsvinden op basis van deelgebieden. Deze beschrijving is opgenomen in de volgende paragraaf.

9.3.3 VERGELIJKING DEELGEBIEDEN

In paragraaf 9.3.1 is een inschatting gemaakt van de doorsnede van de 10^{-6} risicocontour voor het plaatsgebonden risico in de verschillende fasen van schaliegaswinning. In de winningsfase blijkt de risicocontour rond een productielocatie het grootst met een diameter van 750-800 meter. In dit hoofdstuk wordt daarom een contour van 750-800 meter rond een productielocatie gebruikt om het effect te bepalen op de verschillende deelgebieden. Hierbij is gekeken of het waarschijnlijk is dat er beperkt kwetsbare objecten (richtwaarde) en kwetsbare objecten (grenswaarde) in het deelgebied binnen de 750-800m contour zullen vallen.

In onderstaande tabel is de scoringsmethodiek weergegeven op basis waarvan de verschillende deelgebieden beoordeeld worden.

Scoringsmethodiek
N.v.t. Er treedt geen verbetering op in externe veiligheid door schaliegaswinning
N.v.t. Er treedt geen verbetering op in externe veiligheid door schaliegaswinning
Lage kans op overschrijding van de richtwaarde (10^{-6} contour)
Gemiddelde kans op overschrijding van de richtwaarde (10^{-6} contour)
Hoge kans op overschrijding van de richtwaarde (10^{-6} contour)

Tabel 9.3 Scoringsmethodiek externe veiligheid

In de volgende paragrafen worden de deelgebieden een voor een beoordeeld.

9.3.3.1 *ZUID-LIMBURG*

In Tabel 9.4 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.4 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Zuid-Limburg

Binnen het deelgebied Zuid-Limburg varieert de woningdichtheid sterk, namelijk van circa 80 tot 570 woningen/km² per gemeente. In of nabij de verstedelijkte gebieden is de kans redelijk groot dat binnen de contour van circa 750-800m woningen liggen. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen groter zijn dan de diameter van de contour van circa 750-800m. Dit betekent dat de kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de richt- en grenswaarde wordt voldaan redelijk groot wordt geacht.

9.3.3.2 *NOORD-BRABANT/NOORD-LIMBURG*

In Tabel 9.5 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.5 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Noord-Brabant/Noord-Limburg

Binnen het deelgebied Noord-Brabant en Noord-Limburg varieert de bevolkingsdichtheid sterk, namelijk van circa 86 tot meer dan 1000 woningen/km² per gemeente. In of nabij de verstedelijkte gebieden is de kans groot dat binnen de contour van circa 750-800m woningen liggen. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen gelijk of groter zijn dan de diameter van de contour van circa 750-800m. Dit betekent dat de kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de richt- en grenswaarde wordt voldaan redelijk groot wordt geacht.

9.3.3.3 *OOST-NEDERLAND*

In Tabel 9.6 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.6 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Oost-Nederland

Binnen het deelgebied Oost-Nederland varieert de bevolkingsdichtheid sterk, namelijk van circa 88 tot 596 woningen/km² per gemeente. In of nabij de verstedelijkte gebieden is de kans groot dat binnen de contour van circa 750-800m woningen liggen. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen gelijk of groter zijn dan de diameter van de contour van circa 750-800m. Dit betekent dat de kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de richt- en grenswaarde wordt voldaan redelijk groot wordt geacht.

9.3.3.4 *NOORD-NEDERLAND*

In Tabel 9.7 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.7 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Noord-Nederland

Binnen het deelgebied Noord-Nederland ligt de woningdichtheid over het algemeen onder het landelijk gemiddelde. Voor gebied A wordt de kans aanwezig geacht dat er verspreid liggende woningen binnen de 10^{-6} contour vallen (overschrijding richtwaarde). Het is sterk afhankelijk van de locatie of er kwetsbare bestemmingen binnen de contour liggen (grenswaarde). Voor gebieden B en C wordt de kans dat aan de richtwaarde kan worden voldaan groter geacht. De kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de grenswaarde kan worden voldaan wordt relatief groot geacht.

9.3.3.5 *GROENE HART*

In Tabel 9.8 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.8 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Groene Hart

Binnen het deelgebied Groene Hart ligt de woningdichtheid over het algemeen onder het landelijk gemiddelde (met uitzondering van plaatsen als Gouda, Schoonhoven en Gorinchem). In of nabij de verstedelijkte gebieden is de kans groot dat binnen de contour van circa 750-800m woningen liggen. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen gelijk of groter zijn dan de diameter van de contour van circa 750-800m. Dit betekent dat de kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de richt- en grenswaarde wordt voldaan redelijk groot wordt geacht.

9.3.3.6 *LAAG HOLLAND*

In Tabel 9.9 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Kleine kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.9 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Laag Holland

Binnen het deelgebied Laag Holland varieert de woningdichtheid sterk, maar is over het algemeen vrij hoog. In of nabij de verstedelijkte gebieden is de kans groot dat binnen de contour van circa 750-800m woningen liggen. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen gelijk of kleiner zijn dan de diameter van de contour van circa 750-800m. Dit betekent dat de kans groot is dat er woningen en gevoelige bestemmingen binnen de 10^{-6} contour zullen vallen. De kans dat een locatie wordt gevonden waar de richt- en grenswaarden niet worden overschreden wordt klein geacht.

9.3.3.7 *FLEVOLAND*

In Tabel 9.10 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.10 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Flevoland

Binnen het deelgebied Flevoland ligt de woningdichtheid over het algemeen onder het landelijk gemiddelde. In of nabij de verstedelijkte gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid is de kans groot dat binnen de contour van circa 750-8000m woningen liggen. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen gelijk of groter zijn dan de diameter van de contour van circa 750-800m. Dit betekent dat de kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de richt- en grenswaarde wordt voldaan redelijk groot wordt geacht.

9.3.3.8 *ZEEUWSE EN ZUID-HOLLANDSE EILANDEN*

In Tabel 9.11 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.11 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden

Binnen het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden ligt de woningdichtheid over het algemeen onder het landelijk gemiddelde. In of nabij de verstedelijkte gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid is de kans groot dat binnen de contour van circa 750-800m woningen liggen. Buiten de verstedelijkte

gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen gelijk of groter zijn dan de diameter van de contour van circa 750-800m. Dit betekent dat de kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de richt- en grenswaarde wordt voldaan redelijk groot wordt geacht.

9.3.3.9 *ZUIDVLEUGEL*

In Tabel 9.12 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Kleine kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.12 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Zuidvleugel

Het deelgebied Zuidvleugel betreft over het algemeen een dicht bewoond gebied. De afstand tussen woningen zal in het algemeen gelijk of kleiner zijn dan de diameter van de contour van circa 750-800m. Dit betekent dat de kans groot is dat er woningen en gevoelige bestemmingen binnen de 10^{-6} contour zullen vallen. Dit betekent dat de kans groot is dat er woningen en gevoelige bestemmingen binnen de 10^{-6} contour zullen vallen. De kans dat een locatie wordt gevonden waar de richt- en grenswaarden niet worden overschreden wordt klein geacht.

9.3.3.10 *KUSTZONE*

In Tabel 9.13 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling (zie Tabel 9.3)
Kans op overschrijding grens- en richtwaarden plaatsgebonden risico (externe veiligheid)	Kleine kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.13 Effectbeschrijving en –beoordeling externe veiligheid Kustzone

Binnen het deelgebied kustzone varieert de bevolkingsdichtheid sterk. In of nabij de verstedelijkte gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid is de kans groot dat binnen de contour van circa 750-800m woningen liggen. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen gelijk of kleiner zijn dan de diameter van de contour van circa 750-800m. Dit betekent dat de kans groot is dat er woningen en gevoelige bestemmingen binnen de 10^{-6} contour zullen vallen. De kans dat een locatie wordt gevonden waar de richt- en grenswaarden niet worden overschreden wordt klein geacht.

9.3.3.11 *RESULTATEN DEELGEBIEDEN*

In Tabel 9.14 zijn de effectbeoordelingen voor de deelgebieden op een rij gezet.

Deelgebied	Effect externe veiligheid
Zuid-Limburg	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.
Noord-Brabant/ Noord-Limburg	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.
Oost-Nederland	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.
Noord-Nederland	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.
Groene Hart	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.
Laag Holland	Kleine kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.
Flevoland	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Redelijke kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.
Zuidvleugel	Kleine kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.
Kustzone	Kleine kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar wordt voldaan aan grens en richtwaarden PR.

Tabel 9.14 Effectbeoordeling Effect externe veiligheid per deelgebied

Uit de beoordelingen van de kans op overschrijding van de richt- en grenswaarden komen duidelijke verschillen naar voren. In alle deelgebieden komen stedelijke gebieden en gebieden met verspreide woonbebouwing voor. Het verschil tussen de deelgebieden zit voornamelijk in het verschil aan woningdichtheid. In enkele gebieden is woningdichtheid relatief hoger dan in andere gebieden (Laag Holland, Zuidvleugel, Kustzone). Dit betekent dat de kans groot is dat er woningen en gevoelige bestemmingen binnen de 10^{-6} contour zullen vallen. De kans dat een locatie wordt gevonden waar de richt- en grenswaarden niet worden overschreden wordt klein geacht.

9.4 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

Als alle fasen en activiteiten van de schaliegaswinning worden beschouwd bevindt de 10^{-6}contour zich op ten hoogste circa 350 meter vanaf de rand van de inrichting (tijdens de winningsfase) en de maximale effectafstand op ongeveer 900 tot 950 meter vanaf de rand van de inrichting.
Dit betekent dat, als de productielocatie of de gasbehandelingsinstallatie zich op korte afstand van de grens bevinden, er sprake zal zijn van een grensoverschrijdend effect. Als er een afstand van 950 meter of meer van de installaties tot de grens wordt aangehouden, zal de kans op grensoverschrijdende letale effecten verwaarloosbaar zijn.

9.5 CUMULATIE

Voor externe veiligheid worden de effecten per locatie berekend. De effecten worden ook per locatie beoordeeld en hoeven dus niet bij elkaar te worden opgeteld.

Alleen in het geval van meerdere voorbeeldwinningen in een gebied kan het voorkomen dat er vanaf 2 gasbehandelingsinstallaties de afvoer van condensaat (deels) over dezelfde (snel)weg wordt vervoerd. In dat geval worden de aantallen tankauto's met condensaat wel bij elkaar opgeteld.

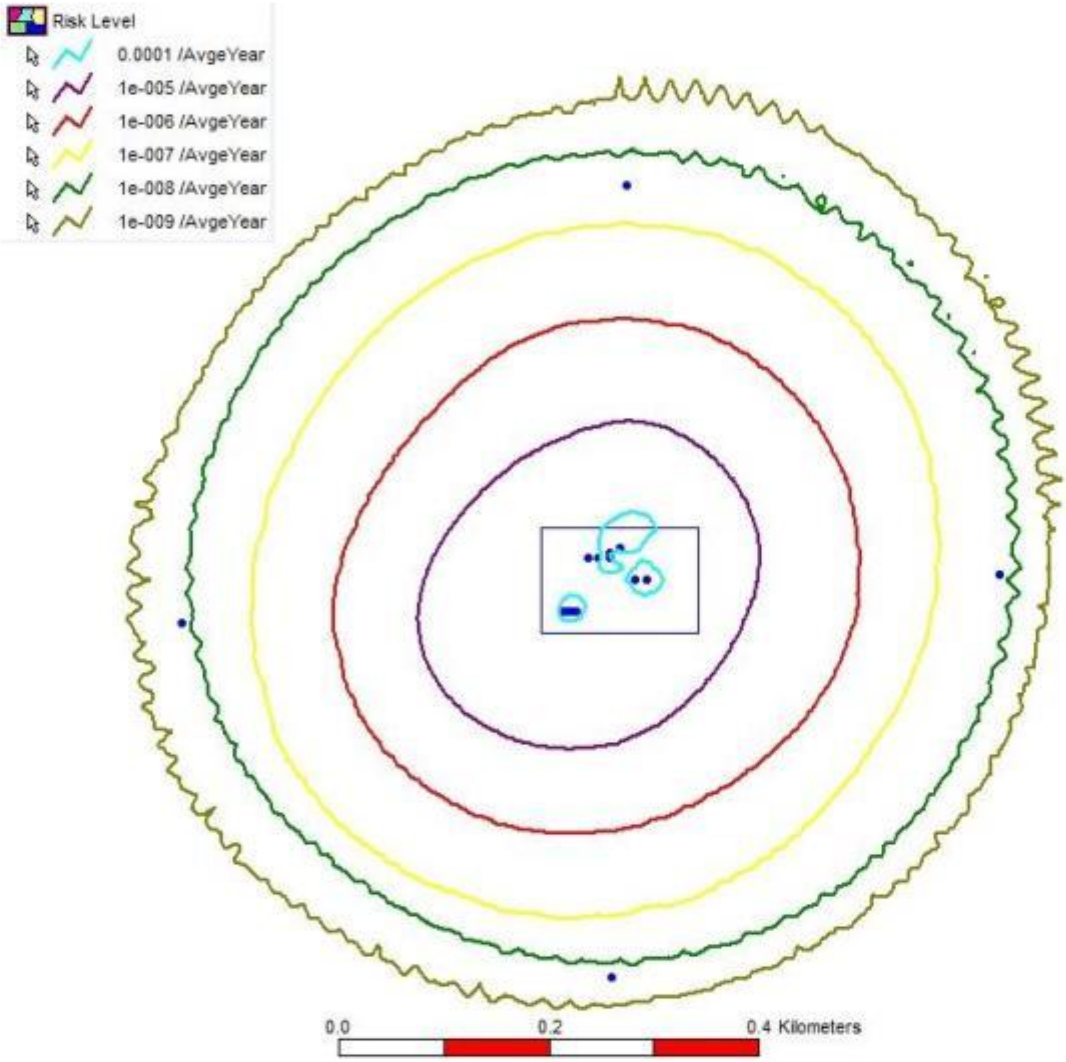
9.6 GEVOELIGHEIDSANALYSE

9.6.1 GEVOELIGHEID SCHALIEGAS

Voor het bepalen van de effecten van schaliegaswinning is gebruik gemaakt van een voorbeeldwinning. In de praktijk zal een schaliegaswinning (op onderdelen) afwijken van de voorbeeldwinning. De effecten zullen mogelijk ook anders zijn. In Tabel 9.15 is een overzicht gegeven van de effecten bij wijzigingen van de uitgangspunten.

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
Boorafstand verticaal	3.100 meter	De diepte van de boring is van invloed op de hoeveelheid gas die vrijkomt bij een blow-out. Wanneer de put dieper is, zal er meer gas vrijkomen en zijn de risico's hoger.
Duur boring	1,5 maand	Voor de boorfase is er al vanuit gegaan dat alle boringen op 1 locatie binnen 1 jaar worden uitgevoerd. Mochten de boringen langer duren, dan wordt het risico iets lager. Dit is niet van invloed op het resultaat want de winningsfase is van doorslaggevend belang.
Transport aardgascondensaat per tankauto.	Transport aardgascondensaat per leiding	Mogelijk kan dit ook met ondergrondse leidingen. De risico's van het transport van gevaarlijke stoffen moeten worden berekend met het risicoberekeningsprogramma Safeti-NL. Met de uitgangspunten uit Bijlage 7 berekent Safeti-NL berekent een 10^{-6}-contour met een afstand van 16 meter aan weerszijden van een leiding. Er is dus een strook van 32 meter nodig voor een dergelijke condensaatleiding. Voor de leidingen geldt dat er een strook is van circa 32 meter (zie Bijlage 7) waarbinnen het plaatsgebonden risico hoger is dan 10^{-6} per jaar waarmee rekening gehouden moet worden.
Andere putdrukken		Bij hogere putdrukken neemt het risico toe, bij lagere putdrukken neemt het risico af.
Realistische putdrukken in de winningsfase		De putdrukken vermeldt in de uitgangspunten uit Bijlage 7 zijn van toepassingen in de eerste maand tijdens de winningsfase. Na deze periode nemen de putdrukken substantieel af. Hierdoor neemt de diameter van de 10^{-6}contour af tot 450-500 m. Het invloedsgebied daalt tot een diameter van ongeveer 900 m. De contouren bij realistische putdrukken staan in Figuur 9.4. De uitgangspunten bij realistische putdrukken zijn te vinden in Bijlage 7.
Hoeveelheid geproduceerd condensaat		De hoeveelheid aardgascondensaat (ruim 3000 tankauto's per jaar) waar vanuit gegaan is conservatief. Wanneer er minder aardgascondensaat vrijkomt bij de productie zal het risico op de gasverwerkingsinstallatie lager zijn. Bij de productie is dit nauwelijks van invloed omdat de effectafstanden van het aardgascondensaat deel wegvallen tegen de effecten van het geproduceerde gas.

Tabel 9.15 Gevoeligheidsanalyse



Figuur 9.4: Risicocontouren productielocatie in de winningsfase bij realistische putdrukken. In donkerblauw is de hele productielocatie aangegeven.

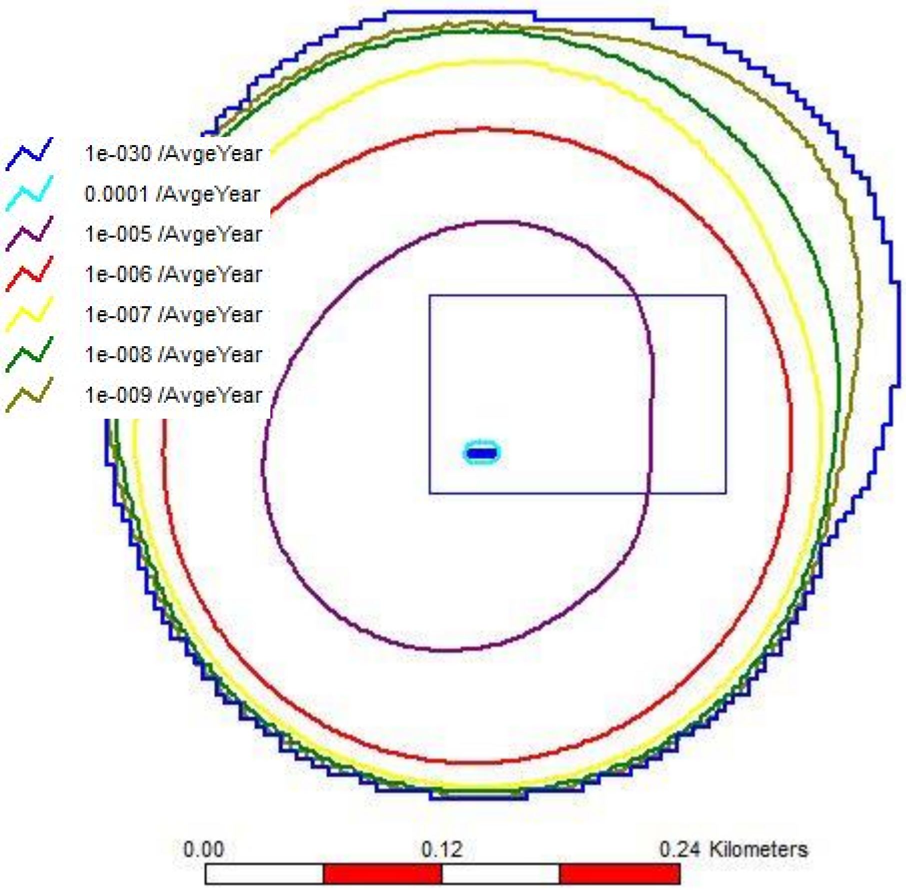
9.6.2 GEVOELIGHEID SCHALIEOLIE

In Bijlage 5 zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven. Op hoofdlijnen is er een beperkt aantal verschillen. Schalieolie moet naar het oppervlak gepompt worden en gas stroomt naar het oppervlak. De behandelingsinstallatie van olie wijkt af van die van gas en de afstand van de behandelingsinstallatie naar het transportnetwerk of een afnamepunt zal bij olie gemiddeld groter zijn dan bij gas. Deze verschillen zijn naar verwachting van invloed op de effectbeoordeling voor Externe Veiligheid.

Winningsfase

Productielocatie
Om een indicatie te krijgen van de risicocontouren van de winningsfase is een fictieve productielocatie ontworpen. Deze en overige uitgangspunten zijn in Bijlage 7 weergegeven.

Dit geeft de risicocontouren voor het plaatsgebonden risico (PR) voor de productielocatie uit Figuur 9.5.



Figuur 9.5: Risicocontouren productielocatie schalieolie in de winningsfase bij realistische putdrukken. In donkerblauw is de hele productielocatie aangegeven.

Een verschil tussen schalieolie en schaliegas is het type effect dat zal optreden bij het falen van een installatieonderdeel. Bij het falen van een schaliegas installatieonderdeel zouden fakkelbranden, explosies of wolkbranden op kunnen treden, terwijl zich bij het falen van een schalieolie installatie onderdeel daarnaast ook een plasbrand voor kan doen. Het optreden van een vuurbal is in het kader van de externe veiligheid niet van belang. De beoordeling van de externe veiligheid per deelgebied, zoals beschreven in paragraaf 9.3.3, geldt ook voor schalieolie, omdat de ligging van de 10^{-6} plaatsgebonden risicocontour bepalend is en niet het type effect. De ligging verandert weliswaar, maar voor alle gebieden in gelijke mate. Het risico voor de externe veiligheid van schalieoliewinning is 80% lager dan bij schaliegas, doordat de afstand tot de 10^{-6} contour 50m korter is (350-400m) dan bij schaliegaswinning met realistische putdrukken. Dit is te zien in Figuur 9.5.

Olieverwerkingsinstallatie
De opwerking (geschikt maken van olie voor gebruik) van schalieolie is niet anders dan voor conventioneel gewonnen olie. Dus ook de risico's die bij het opwerken komen kijken zijn vergelijkbaar. Hoe de oliebehandeling eruit ziet is afhankelijk van de samenstelling van de olie. Omdat deze samenstelling niet precies bekend is, is er geen berekening op basis daarvan uitgevoerd. In plaats daarvan is er gekeken naar een olieverwerkingsinstallaties van de NAM. Daarmee kan een indicatie worden gekregen van de grootte van de 10^{-6}-contour (grenswaarde kwetsbare objecten persoonsgebonden risico) van een olieverwerkingsinstallatie.

Een overzicht van uitkomsten van een QRA's voor een olieverwerkingsinstallatie van de NAM (NAM, 2006) staat in Tabel 9.16.

Locatie	Doorsnede 10^{-6} contour [m]	Uit	Datum
Schoonebeek-1500	Ca. 250m	MER Addendum Herontwikkeling Schoonebeek Deel 1	31-03-2006

Tabel 9.16: Olieverwerkingsinstallatie met capaciteit en doorsnede 10^{-6}-contour

De capaciteit van de oliebehandelingsinstallatie van de voorbeeldwinning is ongeveer 25 m^3 per dag (EBN, 2014). Dit is vele malen kleiner dan de capaciteit van de Schoonebeek installatie. De 10^{-6}-contour zal daarom naar verwachting een doorsnede hebben van minder dan 250m.

Bij de winning van schalieolie komt ook schaliegas vrij. Dit schaliegas dient ook opgewerkt te worden. Bij de winning van schalieolie komt 3,7 * 10^5 m^3 per dag vrij (EBN, 2014). Dit is een bijna een factor 10 lager dan de gasbehandelingsinstallatie van de NAM-locatie Gaag. De 10^{-6}-contour zal daarom naar verwachting een doorsnede hebben van minder dan 550m (zie Tabel 9.2).

Ook voor de winningsfase geldt daarom dat de risico's voor de externe veiligheid bij schalieolie ten opzichte van schaliegas niet tot andere conclusies voor de deelgebieden leiden.

Transportpijpleidingen
Evenals bij de schaliegasproductie vindt het transport van productievloeistoffen tussen de putlocaties en de behandelingsinstallatie met behulp van pijpleidingen plaats. Voor deze pijpleidingen geldt hetzelfde beoordelingsregime als voor de transportleidingen bij de schaliegasproductie: voor nieuwe leidingen dient de 10^{-6} per jaar plaatsgebonden risicocontour binnen de zone zakelijk recht van 5m vanaf het midden van de leiding te blijven. Ervan uitgaande dat de leidingen voor de winning nieuw aangelegd moeten worden is er dus geen verschil in het ruimtebeslag tussen schaliegas- en schalieoliewinning. Wel zullen extra risico reducerende maatregelen (zoals een in-line inspectieprogramma) nodig zijn, om aan de risiconormen te kunnen voldoen.
Voor de exportleidingen van gas en olie vanaf de behandelingsinstallatie gelden boven beschreven uitgangspunten eveneens. Daarom wordt ook voor deze exportleidingen uit het oogpunt van externe veiligheid geen verschil in het ruimtebeslag verwacht tussen schaliegas en schalieoliewinning.

Verlaten
Als een put wordt afgesloten is dat omdat deze geen olie meer produceert. De druk zal zijn afgenomen. De risico's zijn dan lager dan bij het boren, fracken of tijdens de productie omdat de effecten kleiner zijn door de lagere druk.

9.7 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

De berekende en afgeleide doorsnedes van de 10^{-6}-contouren zijn een indicatie en zullen altijd specifiek moeten worden berekend als er concrete, locatiespecifieke plannen zijn. Dit geldt ook voor het groepsrisico. In de buurt van stedelijk gebied (ook al ligt dat gebied buiten de 10^{-6}-contour) kan een hoog groepsrisico uit de berekening komen, mogelijk boven de oriëntatiewaarde en dat is ongewenst. Voor externe veiligheid zijn locaties waarbij stedelijk gebied binnen het invloedsgebied ligt daarom minder geschikt.

Met extra veiligheidsmaatregelen zal de 10^{-6}-contour bijna altijd wel te verkleinen zijn. Voorbeelden zijn:
- Lagere drukken in leidingen en andere installatieonderdelen;
- Leidingen op de gasverwerkingsinstallatie ondergronds of in goten aanleggen;
- Inbloksystemen waarbij bij een lekkage delen van een installatie binnen korte tijd worden ingeblokt, zodat de hoeveelheid vrijgekomen gevaarlijke stof beperkt blijft.

9.8 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Omdat in dit planMER een voorbeeldwinning is onderzocht zullen de resultaten voor een specifieke situatie in het kader van een concreet initiatief afwijken van wat nu is berekend. Dit heeft te maken met mogelijke afwijkingen in de onderdelen van de installatie (inhoud, druk, etc.), wat weer afhankelijk is van de samenstelling van het gewonnen gas. Ook andere putdrukken kunnen significante invloed hebben op de risicocontouren.

Het kan voorkomen dat binnen een jaar (delen van) meerdere fases worden uitgevoerd, bijvoorbeeld dat er zowel wordt geboord als gefrackt binnen een jaar. Hierbij geldt dat de winningsfase van de putlocatie bepalend is voor de risico's met betrekking tot externe veiligheid.

10 Luchtkwaliteit

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het aspect luchtkwaliteit beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 10.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 10.2)*
- *Effectbeschrijving (paragraaf 10.3)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 10.4)*
- *Cumulatie (paragraaf 10.5)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 10.6)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 10.7)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 10.8)*

10.1 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

De referentiesituatie voor het aspect luchtkwaliteit wordt bepaald door de aanwezige achtergrondconcentraties in de huidige situatie en door de geprognotiseerde achtergrondconcentraties in de autonome toekomstige situatie. Deze concentraties worden bepaald door Nederlandse lokale bronnen en emissies vanuit het buitenland, meteo en lokale ruwheden. Landschapstypen hebben vrijwel geen invloed op de concentraties stikstofdioxide (NO_2) of fijn stof (PM_{10}). Om deze reden wordt hier de referentie situatie beschreven voor heel Nederland en wordt er niet specifiek ingegaan op landschapstypen.

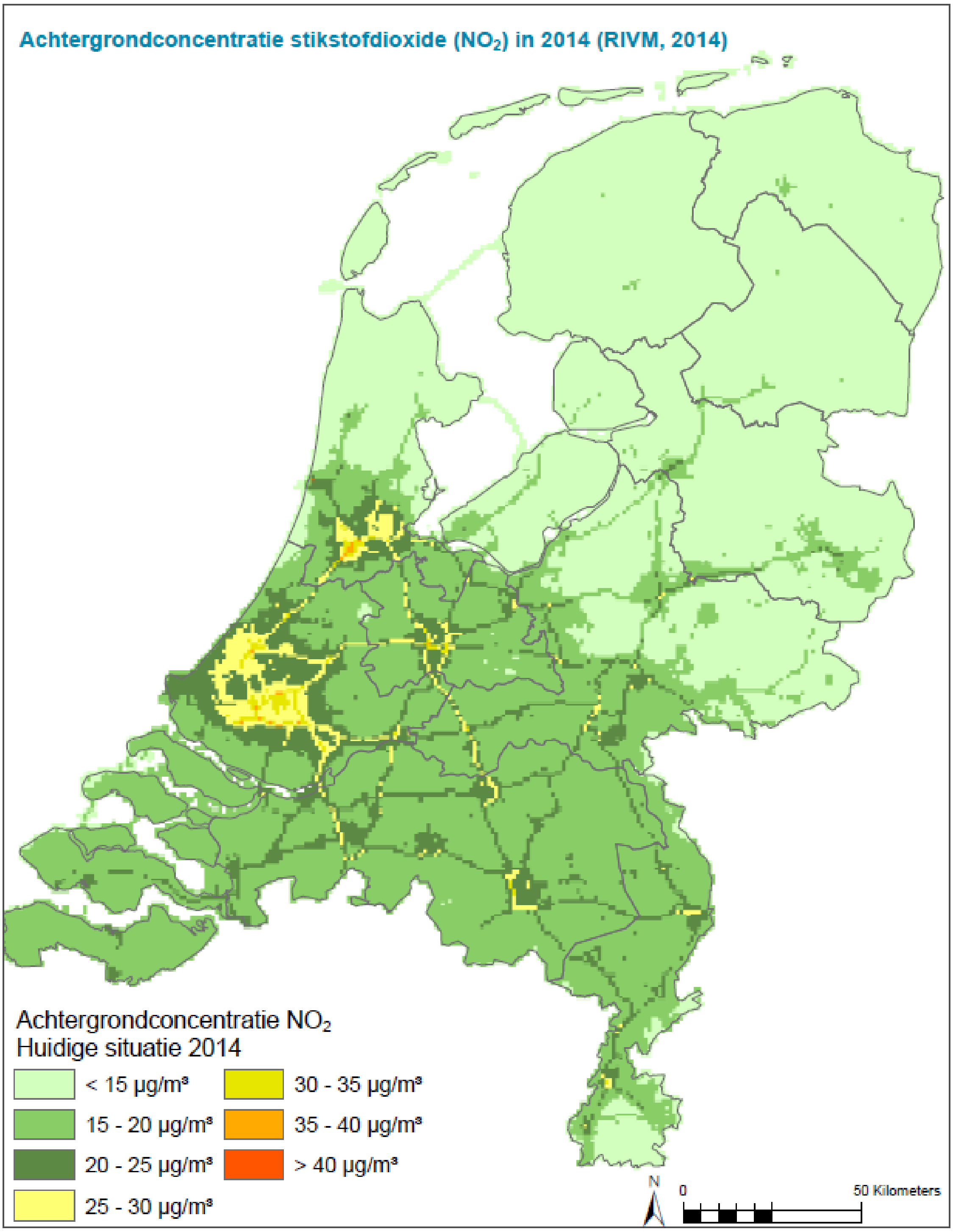
Achtergrondconcentraties geven een goede indicatie waar mogelijk snel of minder snel een knelpunt op zal treden in relatie tot jaargemiddelde concentraties. Heel lokaal kunnen als gevolg van lokale bronnen zoals een snelweg, intensieve veehouderij of industrie de concentraties stikstofdioxide of fijn stof afwijken. In een gebied specifieke projectMER zal nader gekeken worden naar de effecten op lokaal niveau. Hierbij zal getoetst worden aan de normen op lokaal niveau.

De in dit hoofdstuk gepresenteerde achtergrondconcentraties zijn afkomstig van de GCN cijfers gepubliceerd door het RIVM (RIVM, 2014).

Huidige situatie

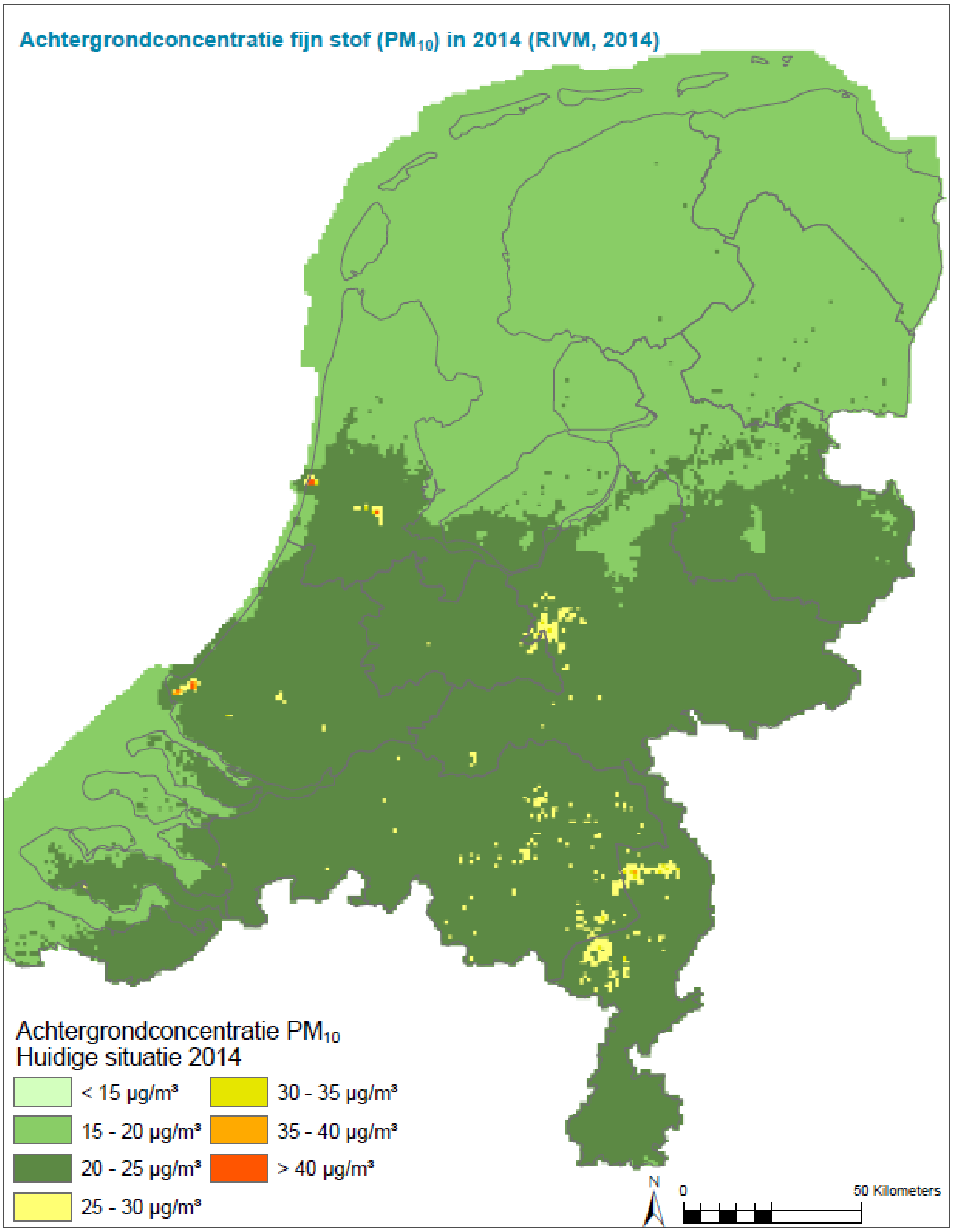
In de huidige situatie wordt de luchtkwaliteit bepaald door aanwezige achtergrondconcentraties. Deze concentraties worden voornamelijk veroorzaakt door lokale veehouderijbedrijven, industriële en infrastructurele bronnen en door bronnen uit het buitenland (bijvoorbeeld vanuit het Ruhrgebied).

In onderstaande figuren zijn de achtergrondconcentraties voor stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10}) weergegeven.



Figuur 10.1 Achtergrondconcentratie stikstofdioxide (NO_2) in 2014 (RIVM, 2014)

Uit bovenstaande figuur blijkt dat voornamelijk in het noorden van Nederland de concentraties lager liggen. Drukke rijkswegen en grote industriële regio's (Rotterdam/Den haag, Utrecht, Amsterdam) zijn duidelijk te herkennen. Op deze plaatsen liggen de concentraties stikstofdioxide dichter bij de grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie van 40 µg/m³.



Figuur 10.2 Achtergrondconcentratie fijn stof (PM_{10}) in 2014 (RIVM, 2014)

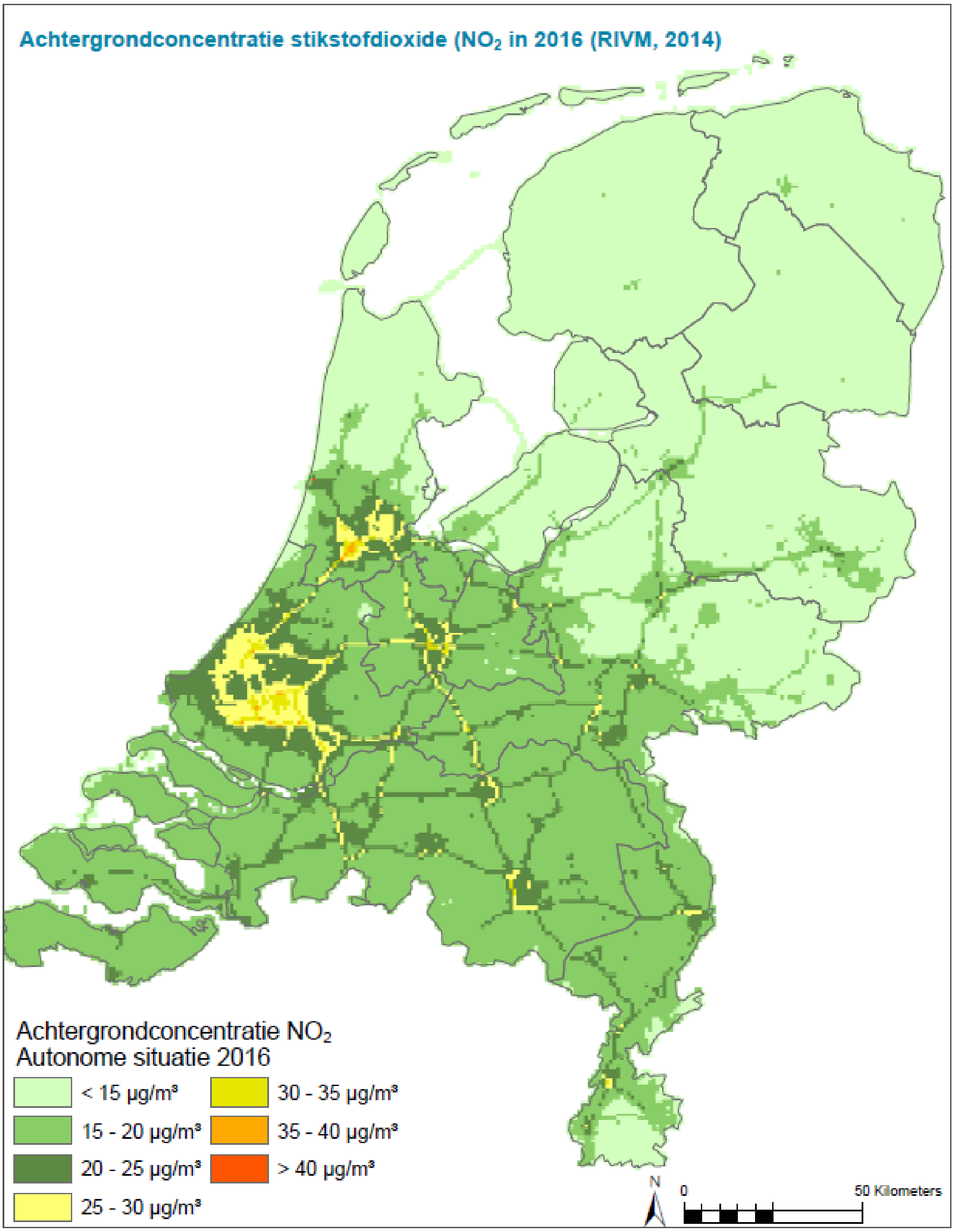
Voor PM_{10} geldt tevens dat in het noorden van Nederland de concentraties lager liggen. Daarnaast zijn de concentraties in regio's met veel industrie en regio's waar veel intensieve veehouderijbedrijven zitten hoger.

Autonome situatie

In de autonome situatie, dat is de toekomstige situatie inclusief plannen en projecten die planologisch zijn vastgesteld, maar waarin er geen sprake is van schaliegaswinning, wordt de luchtkwaliteit bepaald door

aanwezige achtergrondconcentraties in combinatie met geprognotiseerde ontwikkelingen. Deze concentraties worden voornamelijk veroorzaakt door lokale veehouderijbedrijven, industriële en infrastructurele bronnen en door bronnen uit het buitenland (bijvoorbeeld vanuit het Ruhrgebied).

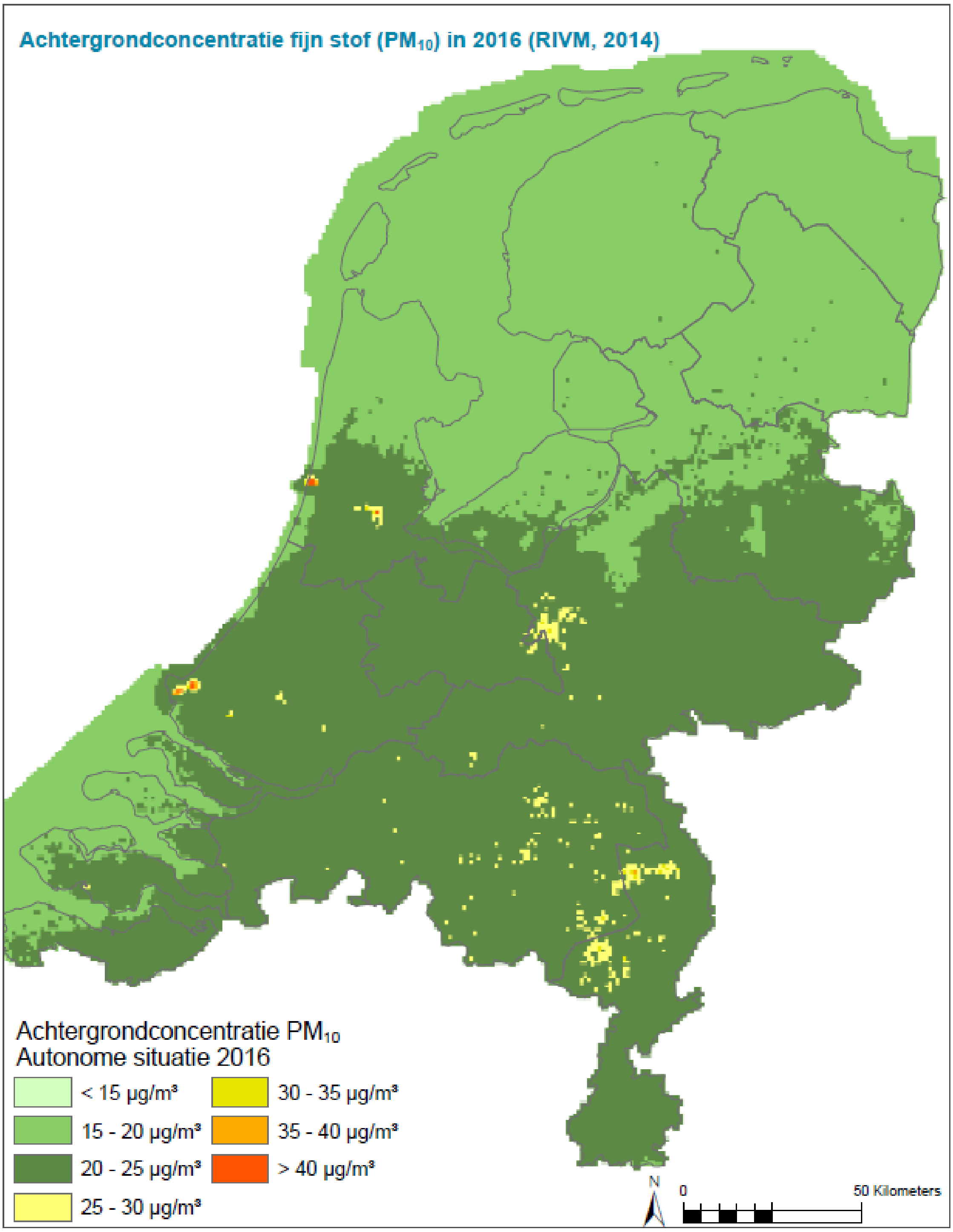
In onderstaande figuren zijn voor stikstofdioxide (NO_2) en voor fijn stof (PM_{10}) de concentraties weergegeven in de autonome situatie 2016. Dit is het eerste jaar dat de werkzaamheden mogelijk plaatsvinden.



Figuur 10.3 Achtergrondconcentratie stikstofdioxide (NO_2) in 2016 (RIVM, 2014)

De concentraties NO_2 liggen in de toekomstige situatie vrijwel overal lager dan in de huidige situatie. Dit wordt veroorzaakt door een afname van emissies, als gevolg van strengere eisen aan emitterende bronnen.

In de toekomstige situatie zijn ook duidelijk wegen en industriële regio's terug te zien in de achtergrondconcentraties.



Figuur 10.4 Achtergrondconcentratie fijn stof (PM_{10}) in 2016 (RIVM, 2014)

Voor fijn stof (PM_{10}) geldt dat tussen 2014 en 2016 op een aantal plaatsen een toename plaatsvindt. Dit gaat in tegen het algemene beeld dat de emissies fijn stof door strengere eisen jaarlijks daalt. Dit wordt

veroorzaakt door een paar grote industriële ontwikkelingen nabij Amsterdam en Rotterdam (2e Maasvlakte). De prognoses laten vanaf 2016 weer een dalende trend zien.

Ook in de autonome situatie 2016 zijn duidelijk regio's te herkennen waar veel intensieve veehouderijbedrijven zijn gevestigd.

Emissiebronnen
De luchtemissies zijn afkomstig van stationaire en mobiele bronnen. Deze bronnen worden ingezet gedurende vijf te onderscheiden fasen van de schaliegaswinning. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de emissiebronnen per fase.

Tijdens de opsporingsfase zullen beperkte emissies vrijkomen gedurende korte tijd. Omdat de emissies tijdens aanleg, boren, fracken, winnen en verlaten maatgevend zijn voor het wel of niet voorkomen van risico's voor de luchtkwaliteit, zijn deze gehanteerd voor de effectbeoordeling.

Werkzaamheid	Activiteit	Emissiebronnen
Aanleg	Aanleg productielocatie (productielocatie)	Inzet diesel materieel
		Transportbewegingen
	Aanleg locatie t.b.v. gasbehandelingsinstallatie	Inzet diesel materieel
		Transportbewegingen
Boren	Boren	Dieselgeneratoren t.b.v. boorinstallatie
		Transportbewegingen
Fracken	Fracken en afronden	Dieselgeneratoren t.b.v. frack pompen/compressoren
		Transportbewegingen
Winning	Gaswinning	Compressorstation
		Gasbehandelingsinstallatie
		Transportbewegingen
Verlaten	Afvoeren gasbehandelingsinstallatie en compressorstation	Transportbewegingen

Tabel 10.1 Overzicht werkzaamheden, activiteiten en de bijhorende emissiebronnen

In Bijlage 10 wordt nader ingegaan op de uitgangspunten van genoemde emissiebronnen in Tabel 10.1.

10.2 TOETSINGSKADER

10.2.1 BELEIDSKADER

In onderstaande sub paragrafen zijn voor het aspect luchtkwaliteit de in het kader van dit project relevante beleidskaders weergegeven.

Internationaal beleid
Het Nederlandse beleidskader voor luchtkwaliteit in de buitenlucht vloeit voort uit Europese richtlijnen. De meest recente richtlijn is de Europese richtlijn (2008/50/EG) voor luchtkwaliteit, die sinds 2008 van kracht is. In deze richtlijn zijn de meeste eerdere Europese richtlijnen samengebracht. Deze richtlijn schrijft grenswaarden voor de jaargemiddelde concentratie en gemiddelde stedelijke achtergrondconcentratie van $PM_{2,5}$ voor.

De vierde dochterrichtlijn uit 2004 is niet in richtlijn 2008/50/EG meegenomen. De vierde dochterrichtlijn heeft betrekking op arseen, cadmium, kwik, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) in de lucht.

Titel 5.2 Luchtkwaliteitseisen Wet milieubeheer

Bijlage 2 van de Wet milieubeheer (luchtkwaliteitseisen) geeft grenswaarden voor de concentraties in de buitenlucht van o.a. de stoffen stikstofdioxide (NO_2), fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$), zwaveldioxide (SO_2), lood (Pb), benzeen (C_6H_6), koolmonoxide (CO) en benzo(a)pyreen (BaP).

In het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) werken de rijksoverheid en de centrale overheden samen om overal in Nederland tijdig (binnen de verkregen derogatietermijn) te voldoen aan de Europese grenswaarden voor PM_{10} en NO_2. De derogatie is voor stikstofdioxide (NO_2) tot 1 januari 2015 verleend.

Bestuursorganen dienen rekening te houden met deze grenswaarden bij de uitoefening van bevoegdheden die gevolgen kunnen hebben voor de luchtkwaliteit. In Nederland zijn de maatgevende luchtverontreinigende stoffen stikstofdioxide (NO_2) en fijn stof (PM_{10}), omdat de achtergrondconcentraties van deze stoffen het dichtst bij de grenswaarden liggen.
Fijn stof en stikstofdioxide zullen dus in belangrijke mate bepalen of er rond planontwikkeling een luchtkwaliteitsprobleem is.

Toetsingskader stikstofdioxide en fijn stof

In onderstaande tabel zijn de vigerende grenswaarden opgenomen voor stikstofdioxide en fijn stof.

Component	Grenswaarde	Bron
Fijn stof (PM_{10})[29]	▪ Grenswaarde 40 µg/m³ als jaargemiddelde (vanaf juni 2011) ▪ Grenswaarde 50 µg/m³ als 24-uurgemiddelde (vanaf juni 2011) (max. 35x per jaar overschrijding)	Wet milieubeheer luchtkwaliteitseisen
Stikstofdioxide (NO_2)	▪ Grenswaarde 40 µg/m³ als jaargemiddelde (vanaf 2015) ▪ Grenswaarde 200 µg/m³ als uurgemiddelde (vanaf 2015) (max. 18x per jaar overschrijding)	Wet milieubeheer luchtkwaliteitseisen

Tabel 10.2 Grenswaarden voor stikstofdioxide en fijn stof

Besluit niet in betekenende mate bijdragen

Gelijktijdig met de Wet milieubeheer luchtkwaliteitseisen is het 'Besluit niet in betekenende mate bijdragen (luchtkwaliteitseisen)' (NIBM) van 30 oktober 2007 in werking getreden.
Een project draagt 'niet in betekende mate' bij aan de concentratie fijn stof (PM_{10}) of stikstofdioxide (NO_2) in de buitenlucht als de 3% grens niet wordt overschreden. Hiermee wordt bedoeld 3% van de grenswaarde (40 µg/m³) voor de jaargemiddelde concentratie fijn stof of stikstofdioxide. Dit betekent dat

[29] Uitgangspunt is dat als aan de grenswaarde voor PM_{10} wordt voldaan, ook aan de grenswaarde voor $PM_{2,5}$ wordt voldaan. Zie voor een onderbouwing van dit uitgangspunt de rapportage Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland 2014 van het RIVM.

feitelijk bij een maximale toename van 1,2 µg/m³ geen verdere toetsing aan grenswaarden hoeft plaats te vinden.

10.2.2 BEOORDELINGSKADER

Op basis van de berekende contour afstanden voor NO_2 zal bepaald worden of er geen, een laag of een hoog risico optreedt met betrekking tot het aspect luchtkwaliteit. Deze beoordeling vindt plaats in combinatie met de aanwezige bevolkingsdichtheid (potentieel blootgestelden) en aanwezige achtergrondconcentraties (mogelijke norm overschrijding). Omdat de contourafstand overal nagenoeg gelijk is, zijn voornamelijk de bevolkingsdichtheid en achtergrondconcentraties maatgevend bij het beoordelen van mogelijke risico's. Deze laatste twee zijn locatie en gebied specifiek.

Hierbij geldt dat wanneer er geen gevoelige objecten (woningen, recreatiegebieden, ziekenhuizen, scholen, ect) binnen een afstand tot aan de 'niet in betekenende mate' grens (1,2 µg/m³) gelegen zijn, er geen risico optreedt. Binnen de contour van de 'niet in betekenende mate' grens is er een klein tot groot risico, afhankelijk van de locatie in Nederland en de daaraan gerelateerde achtergrondconcentraties NO_2.

Omdat de NO_2 bijdrage contour groter is dan de PM_{10} bijdrage contour (dit wordt weergegeven in paragraaf 10.3) en ook de achtergrondconcentraties NO_2 in Nederland hoger liggen dan achtergrondconcentraties PM_{10}, is NO_2 maatgevend en wordt de contour van deze stof gehanteerd bij de beoordeling van risico's.

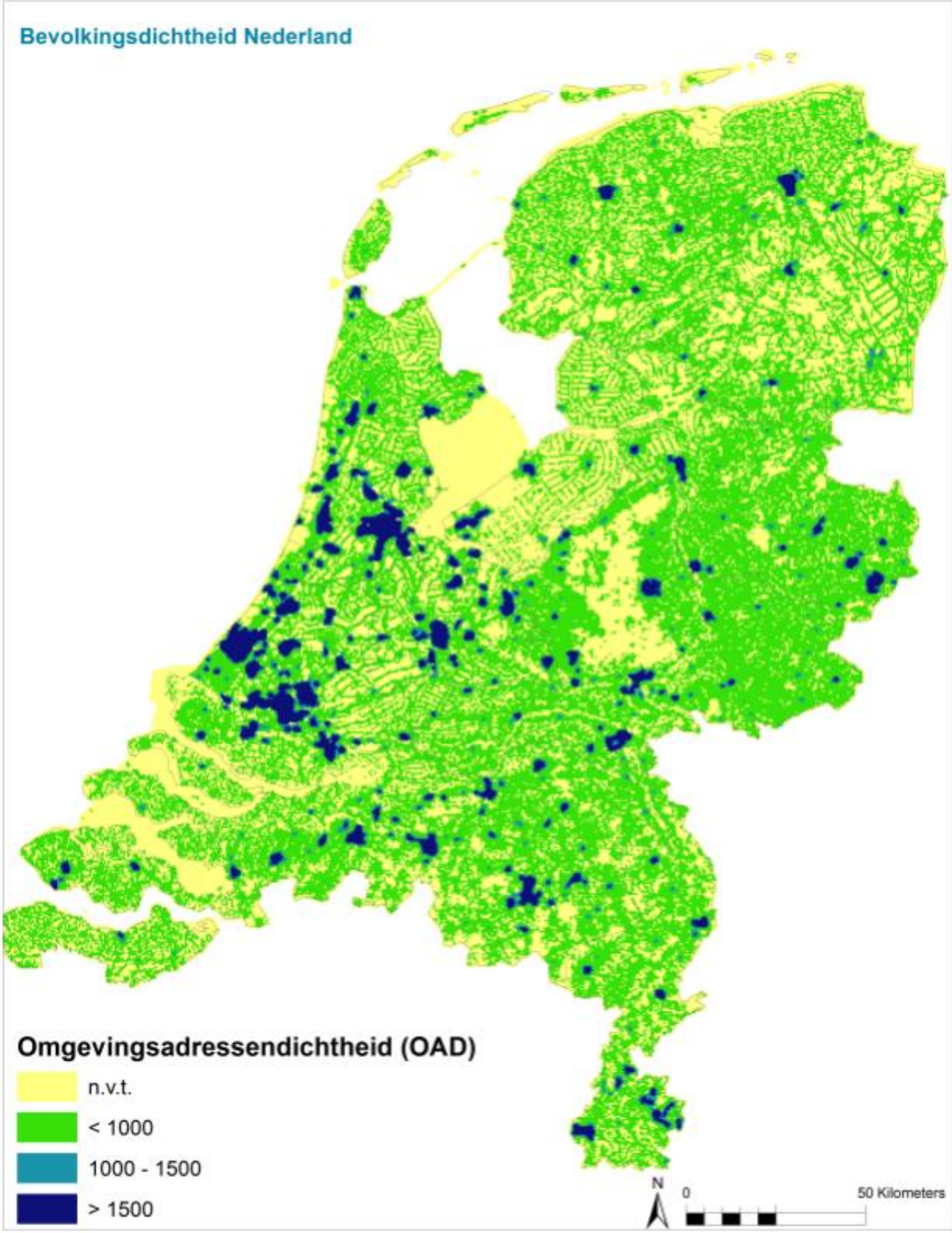
In onderstaande tabel is het beoordelingscriterium weergegeven op basis waarvan de beoordeling van risico's plaatsvindt.

Aspect	Beoordelingscriterium
Luchtkwaliteit	▪ NIBM contour NO_2 in combinatie met bevolkingsdichtheid en achtergrondconcentraties NO_2

Tabel 10.3 Beoordelingscriterium luchtkwaliteit

De methodiek om te komen tot de effectbeoordeling is beschreven in Bijlage 10.

Voor zowel bevolkingsdichtheid als achtergrondconcentraties geldt dat deze afgezet worden tegen het landelijk gemiddelde. Op basis van de combinatie wordt het risico ingeschat. Zo wordt het risico op effecten in een deelgebied waar bijvoorbeeld minder dan gemiddeld veel mensen wonen en een lager dan gemiddelde achtergrondconcentratie NO_2 aanwezig is, beoordeeld als laag. Een globale bevolkingsdichtheid is in onderstaande afbeelding weergegeven. Van geel, via groen tot donkerblauw neemt de bevolkingsdichtheid toe. In een deelgebied waar een gemiddelde achtergrondconcentratie voorkomt en een gemiddelde bevolkingsdichtheid wordt het risico op effecten als gemiddeld beoordeeld. Daar waar zowel meer dan gemiddeld veel mensen wonen als reeds een hoge achtergrondconcentratie voorkomt, wordt het risico op effecten als hoog beoordeeld.



Figuur 10.5 Bevolkingsdichtheid Nederland (bron: CBS juli 2013)

In onderstaande tabel is de scoringsmethodiek weergegeven op basis waarvan de verschillende deelgebieden beoordeeld worden.

Scoringsmethodiek luchtkwaliteit
N.v.t. er treedt geen verbetering op in luchtkwaliteit door schaliegas
N.v.t. er treedt geen verbetering op in luchtkwaliteit door schaliegas
Laag risico op effecten
Gemiddeld risico op effecten
Hoog risico op effecten

Tabel 10.4 Scoringsmethodiek luchtkwaliteit

Wanneer binnen een deelgebied op een grotere afstand van woningen gebleven wordt dan de berekende contour van 1,2 μg/m³ (NIBM grens) zullen er geen effecten optreden, zelfs niet in deelgebieden waar het risico op effecten hoog wordt ingeschat.

10.3 EFFECTBESCHRIJVING- EN BEOORDELING

10.3.1 EFFECTBESCHRIJVING

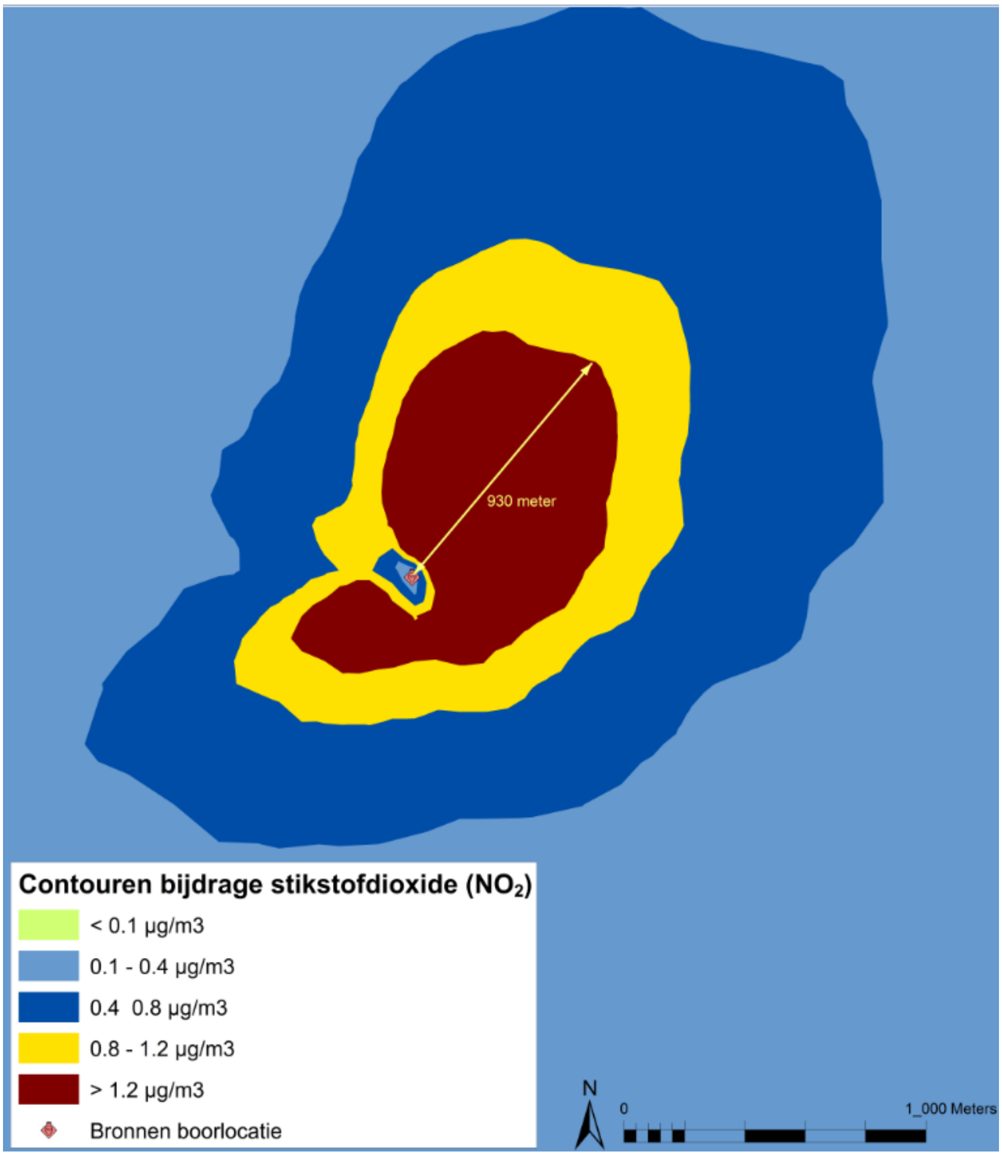
Tijdens de voorbeeldwinning zullen een aantal activiteiten leiden tot uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Aan de hand van een aantal aannames m.b.t. de in te zetten bronnen (vrachtwagens, materieel, boorinstallatie, frack-pompen, etc.) zijn berekeningen uitgevoerd om immissiecontouren te bepalen voor de stoffen stikstofdioxide en fijn stof. Deze berekeningen zijn uitgevoerd in Geomilieu versie 2.50 (module stacks) conform de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007. De gehanteerde uitgangspunten voor de emissies zijn weergegeven in Bijlage 10. Hierbij is het worstcase uitgangspunt gehanteerd dat water per as aan- en afgevoerd wordt en er geen leidingen aangelegd worden. Omdat de emissies van het boren en fracken vrijwel geheel de totale bijdrage als gevolg van schaliegaswinning bepalen, worden deze bronnen voor de effectbeoordeling gebruikt. Vrachtwagenbewegingen zorgen ook voor effecten, maar deze vallen weg tegen de bijdragen van fracken en boren.

Omdat voor het aspect luchtkwaliteit de jaargemiddelde concentratie van belang is, is de bijdrage berekend die tijdens de voorbeeldwinning in één jaar plaats vindt. Hierbij is dus niet gekeken naar afzonderlijke fasen, omdat deze altijd cumulatief binnen een jaar bekeken dienen te worden.

Wanneer bij de opsporingsfase eventueel gas mee omhoog komt, wordt dit getest en afgefakkeld. Dit affakkelen kan gedurende korte periode voor verhoogde concentraties NO_x en methaan zorgen. Naar verwachting zal dit om beperkte hoeveelheden gas gaan en niet leiden tot noemenswaardige toenames.

Om aan te kunnen geven waar een kans op een risico m.b.t. luchtkwaliteit uitgesloten kan worden, zijn voor de stoffen NO_2 en PM_{10} contourafstanden bepaald. Om een afstand te kunnen bepalen tot waar risico's groot, klein of niet aanwezig zijn, is de afstand aangehouden tot waar de bijdrage aan de luchtverontreiniging beperkt is. Deze beperkte bijdrage doet zich voor op de 'Niet In Betekenende Mate' (NIBM) grens. Bij de immissiecontouren is de NIBM grens van 1,2 μg/m³ aangehouden als grens tot waar geen risico optreedt. Binnen deze 1,2 μg/m³ contour is er een klein of groot risico, afhankelijk van de locatie in Nederland. In onderstaande figuren zijn de berekende contourafstanden weergegeven.

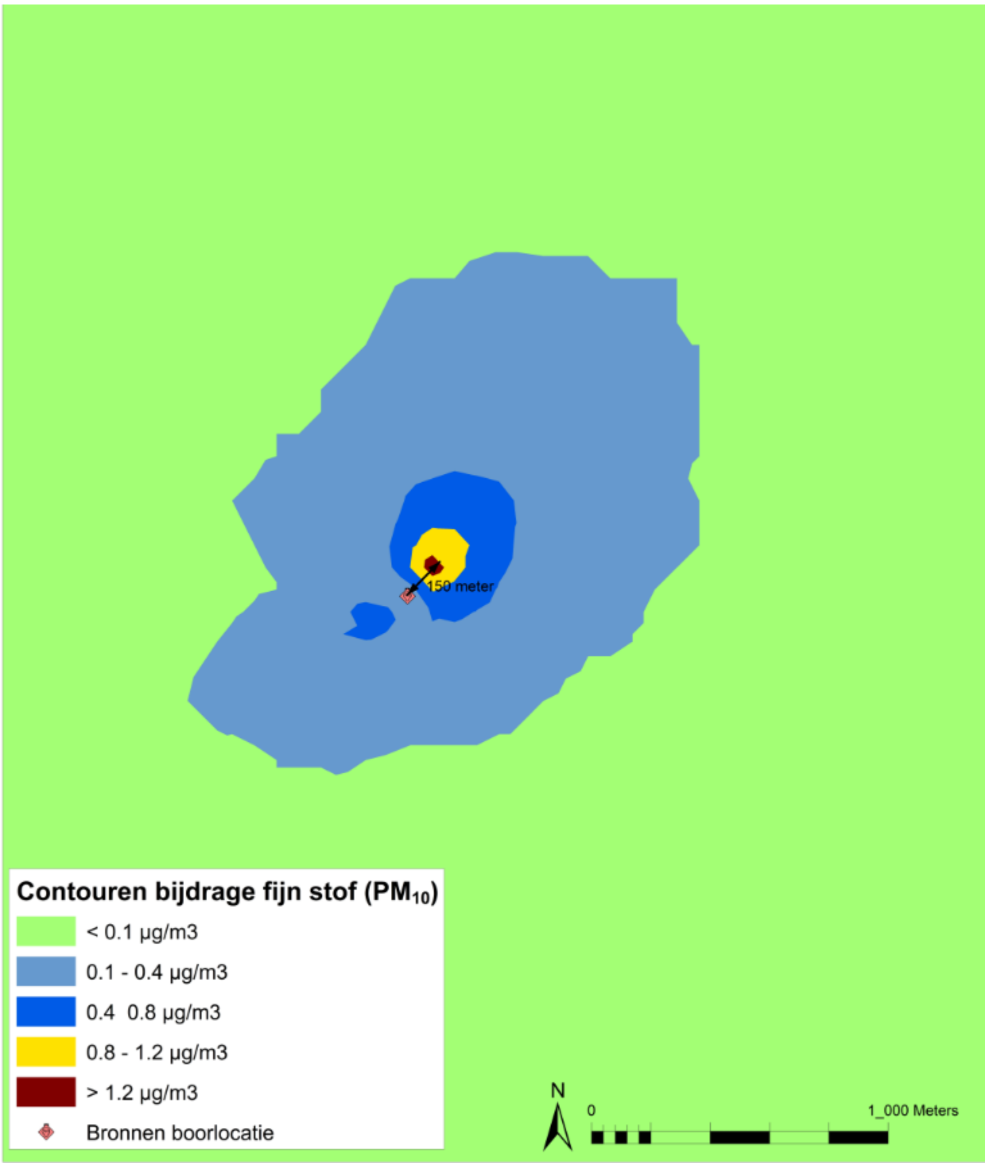
Deze contourafstand is bepaald vanaf een productielocatie, waarbinnen alle emissies van de verschillende beschouwde fasen (aanleg, boren, fracken, winning en verlaten) vallen die in één jaar plaats vinden. Deze afstand kan dan ook als een conservatieve afstand gezien worden, omdat de contourafstand (tot de 1,2 μg/m³ grens) kleiner zal zijn wanneer de emissiebronnen op verschillende locaties emitteren.



Figuur 10.6 Contouren bijdrage stikstofdioxide (NO_2) vanaf productielocatie

Uit bovenstaande contour blijkt dat de 1,2 µg/m³ grens voor NO_2 gelegen is op maximaal ca. 930 meter vanaf de productielocatie. Dit houdt in dat buiten deze afstand geen risico m.b.t. tot het aspect luchtkwaliteit te verwachten is.

De bijdrage (contour) wordt vrijwel volledig bepaald door het boren en fracken. De vrachtbewegingen vormen maar een beperkt deel van de totale jaarlijkse bijdrage aan de concentraties NO_2.



Figuur 10.7 Contouren bijdrage fijn stof (PM_{10}) vanaf productielocatie

In bovenstaande figuur is te zien dat de afstand tot aan de 1,2 µg/m³ grens voor PM_{10} maximaal ca. 150 meter bedraagt. Deze afstand ligt dichter bij de locatie van de productielocatie dan de 1,2 µg/m³ contour voor NO_2.

Omdat de contour van NO_2 groter is dan de PM_{10} contour, is de NO_2 contour maatgevend voor het wel of niet voldoen aan de 'Niet In Betekenende Mate' grens. Derhalve wordt de NO_2 contour aangehouden voor het inschatten van het wel of niet voorkomen van een risico vanuit het oogpunt van luchtkwaliteit.

Fijn stof $PM_{2,5}$

Een deel van PM_{10} bestaat uit het nog kleinere $PM_{2,5}$. Dit zijn deeltjes met een diameter van 2,5 micrometer (µm) en kleiner. Tijdens alle fasen komt naast PM_{10} ook $PM_{2,5}$ vrij. PM_{10}- en $PM_{2,5}$-concentraties zijn sterk gerelateerd. Uit een analyse van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL, 2010) blijkt dat in de meeste gevallen kan worden gesteld dat als aan de grenswaarden voor PM_{10} wordt voldaan, ook aan de

grenswaarden voor $PM_{2.5}$ wordt voldaan. Daarmee is de kans zeer klein dat de norm voor $PM_{2,5}$ wordt overschreden op locaties waar de PM_{10}-norm wordt gehaald[30].

Omdat de NIBM contour voor NO_2 qua afstand verreweg maatgevend is, in vergelijking met de PM_{10} contour, is aannemelijk dat deze ook maatgevend is ten opzichte van $PM_{2,5}$.

VOS, methaan en koolstofdioxide
Tijdens het boren, het fracken en tijdens de winningsfase komen naast stikstofdioxide en fijn stof onder andere ook Vluchtige organische stoffen (VOS), methaan (CH_4), waterstofsulfide (H_2S) en koolstofdioxide (CO_2) vrij.

Voor methaan en koolstofdioxide geldt dat deze weliswaar broeikasgassen zijn en effecten hebben op het klimaat (zie hoofdstuk 13), maar geen directe effecten op luchtkwaliteit in relatie tot gezondheid. Net als NO_x is methaan een ozonprecursor en draagt, weliswaar in mindere mate dan NO_x, ook bij aan de vorming van ozon. Blootstelling aan ozon in de buitenlucht kan leiden tot schadelijke effecten op de gezondheid van de mens.

Vluchtige organische stoffen (zoals benzeen) komen vrij bij verbranding van diesel in de generatoren en kunnen tevens vrij komen door lekken van gas uit pompen, leidingen, kleppen, gasmeters, etc. Bij langdurige blootstelling kan VOS leiden tot permanente gezondheidsschade.

Wanneer er meer dan 2,5 gram per uur aan VOS uitgestoten wordt, is de Nederlandse emissie richtlijn lucht (NeR) van toepassing. Benzeen is een VOS in categorie MVP-2 van de NeR, waarvoor een minimalisatieverplichting geldt. De NeR schrijft voor dat voor benzeen de maximale emissie 1 mg/m^3 mag bedragen. Wanneer dit overschreden wordt, dienen maatregelen te worden genomen om deze emissie te reduceren tot de maximaal toegestane emissie. Uitstoot van VOS heeft door de vluchtige eigenschappen vooral lokaal effecten die niet onderscheidend zijn per deelgebied. Deze lokale effecten zullen in een eventuele project-MER en vergunningen voor een voorbeeldwinning in beeld moeten worden gebracht. Op dit moment zijn deze emissies moeilijk in te schatten door gebrek aan literatuur hierover.

Omdat de emissie van stikstofdioxide (NO_2) verder dragen en in de achtergrond dicht bij de grenswaarden liggen, zijn deze maatgevend en zullen gehanteerd worden voor de effectbeoordeling. Tevens geeft zij een goede indicatie waar in Nederland meer of minder risico op effecten op kan treden. Ook voor NO_2 geldt dat bij overschrijding van de grenswaarden maatregelen genomen dienen te worden om de immissies te reduceren.

Net als voor methaan geldt dat als gevolg van lekken ook het voor mensen schadelijke H_2S (waterstof-sulfide) vrij kan komen. Dit is een rottingsgas dat na enige tijd bij het vergaan van planten en dieren kan vrijkomen. Als het vrij komt in lage concentraties zal het ruiken naar rotte eieren. In hoge concentraties is het schadelijk voor de gezondheid. Bij verbranding wordt H_2S omgezet in SO_2 (zwaveldioxide) en water en is het voor de mens niet meer schadelijk. In Nederland worden de emissie-eisen voor “Installaties ten behoeve van de aardgas- en aardoliewinning” gegeven in de bijzondere regeling E11 van de Nederlandse Emissie Richtlijnen (Infomil, 2014). Deze regeling heeft betrekking op aardgas- en aardoliewinningsinstallaties met bijbehorende behandelingsprocessen. Voor de puntbronnen worden fakkel of andere dampvernietigingsinstallaties voorgeschreven die de waterstofsulfide emissie tot een minimum moeten beperken. Wanneer er daarna toch concentraties vrijkomen door lekken, zullen dit zeer

[30] Ook in het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit is het uitgangspunt dat het ingezette beleid om de PM10-concentraties te verlagen tevens een positief effect heeft op de $PM_{2,5}$-concentraties.

beperkte emissies zijn die slechts zeer lokaal (op de locatie van de voorbeeldwinning) leiden tot verhoogde concentraties. Waterstofsulfide emissies zullen dan ook geen invloed hebben op de effectbeoordeling.

10.3.2 VERGELIJKING LANDSCHAPSTYPEN

Op basis van landschapstypen is nauwelijks een onderscheidende beoordeling te maken voor het aspect luchtkwaliteit. Dit komt, doordat de mate van het wel of niet voorkomen van een risico gerelateerd is aan de mate van gevoelige objecten nabij de productielocatie.

Op basis van deelgebieden is dit onderscheid wel goed te maken en om deze reden zal de beoordeling van het aspect luchtkwaliteit volledig plaatsvinden op basis van deelgebieden. Deze beschrijving is opgenomen in paragraaf 10.3.3.

10.3.3 VERGELIJKING DEELGEBIEDEN

Zoals in het begin van paragraaf 10.3 beschreven is, is er voor zowel de bijdrage van NO_2 als PM_{10} een contourafstand bepaald tot aan de NIBM grens (1,2 μg/m^3). Deze contour is het grootst voor NO_2 en is dus maatgevend (hiermee wordt de verdere effectbepaling per deelgebied uitgevoerd). Deze contour ligt op maximaal 930 meter vanaf de productielocatie. Deze afstand kan lokaal iets variëren, maar zal binnen de verschillende deelgebieden nagenoeg hetzelfde zijn.

Toch zijn er naast de bijdrage vanaf de boorinstallatie andere factoren die meespelen in een eventuele onderscheidende beoordeling van risico's op effecten in de deelgebieden. Het gaat hier om verstedelijkingspatronen (zijn er meer of minder mensen die blootgesteld worden aan een bepaalde bijdrage?) en om de al aanwezig achtergrondconcentraties (Is er reeds een hoge concentratie aanwezig, of is er veel 'ruimte' tot aan de grenswaarde van jaargemiddelde concentratie NO_2?).

In onderstaande deelparagrafen wordt per deelgebied aangegeven of het te verwachten aantal blootgestelden in combinatie met de aanwezige achtergrondconcentraties voor NO_2 tot een meer of minder groot risico leidt voor de effecten als gevolg van luchtkwaliteit.

10.3.3.1 *ZUID-LIMBURG*

In Tabel 10.5 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Lage achtergrondconcentraties, gemiddelde bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.5 Effectbeschrijving en –beoordeling Zuid-Limburg

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
Het grootste deel van Zuid-Limburg heeft een achtergrondconcentratie NO_2 die lager ligt dan het Nederlands gemiddelde. De bevolkingsdichtheid ligt rond het landelijk gemiddelde. Samen zorgt dit er voor dat de inschatting van het risico op effecten in deelgebied Zuid-Limburg laag is.

10.3.3.2 NOORD-BRABANT/NOORD-LIMBURG

Dit deelgebied omvat binnen deel A, B of C geen noemenswaardig verschil in bevolkingsdichtheid of achtergrondconcentraties. Om deze reden is dit deelgebied als geheel beoordeeld.

In Tabel 10.6 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Gemiddelde achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.6 Effectbeschrijving en –beoordeling Noord-Brabant/Noord-Limburg

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
De achtergrondconcentraties NO_2 liggen in deelgebied Noord-Brabant & Noord-Limburg rond het landelijk gemiddelde. Lokaal rond steden en grote snelwegen liggen de concentraties iets boven het landelijk gemiddelde. De bevolkingsdichtheid ligt rond het landelijk gemiddelde. Dit leidt tot een inschatting van een gemiddeld risico op effecten.

10.3.3.3 OOST-NEDERLAND

In Tabel 10.7 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Lage achtergrondconcentraties en lage bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.7 Effectbeschrijving en –beoordeling Oost-Nederland

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
Het grootste deel van Oost-Nederland heeft een achtergrondconcentratie NO_2 die lager ligt dan het landelijk gemiddelde. De bevolkingsdichtheid ligt net iets lager dan het landelijk gemiddelde. Samen zorgt dit er voor dat de inschatting van het risico op effecten laag is.

10.3.3.4 NOORD-NEDERLAND

Dit deelgebied omvat binnen deel A, B of C geen noemenswaardig verschil in bevolkingsdichtheid of achtergrondconcentraties. Om deze reden is dit deelgebied als geheel beoordeeld.

In Tabel 10.8 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Lage achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.8 Effectbeschrijving en –beoordeling Noord-Nederland

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
De achtergrondconcentraties NO_2 liggen in deelgebied Noord-Nederland lager dan het landelijk gemiddelde. De bevolkingsdichtheid ligt tevens lager dan het landelijk gemiddelde. Dit leidt tot een inschatting van een laag risico op effecten.

10.3.3.5 *GROENE HART*

In Tabel 10.9 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Hoge achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.9 Effectbeschrijving en –beoordeling Groene Hart

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
Binnen het Groene Hart liggen de achtergrondconcentraties NO_2 hoger dan het landelijk gemiddelde. Ook de bevolkingsdichtheid ligt net iets hoger dan het landelijk gemiddelde. Samen zorgt dit er voor dat de inschatting van het risico op effecten hoog is.

10.3.3.6 *LAAG HOLLAND*

In Tabel 10.10 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Hoge achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.10 Effectbeschrijving en –beoordeling Laag Holland

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
Het grootste deel van Laag Holland heeft een achtergrondconcentratie NO_2 die hoger ligt dan het Nederlands gemiddelde. De bevolkingsdichtheid ligt veel hoger dan het landelijk gemiddelde. Samen zorgt dit er voor dat de inschatting van het risico op effecten hoog is.

10.3.3.7 *FLEVOLAND*

In Tabel 10.11 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Lage achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.11 Effectbeschrijving en –beoordeling Flevoland

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
De achtergrondconcentraties NO_2 liggen in deelgebied Flevoland lager dan het landelijk gemiddelde. De bevolkingsdichtheid ligt tevens lager dan het landelijk gemiddelde. Dit leidt tot een inschatting van een laag risico op effecten.

10.3.3.8 ZEEUWSE EN ZUID-HOLLANDSE EILANDEN

In Tabel 10.12 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Gemiddelde achtergrondconcentraties en lage bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.12 Effectbeschrijving en –beoordeling Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
De achtergrondconcentratie NO_2 ligt in deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden rond het landelijk gemiddelde. De bevolkingsdichtheid ligt lager dan het landelijk gemiddelde. Samen zorgt dit er voor dat de inschatting van het risico op effecten laag is.

10.3.3.9 ZUIDVLEUGEL

In Tabel 10.13 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Hoge achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.13 Effectbeschrijving en –beoordeling Zuidvleugel

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
Binnen deelgebied Zuidvleugel liggen zowel de achtergrondconcentraties NO_2 als de bevolkingsdichtheid veel hoger dan het landelijk gemiddelde. Samen zorgt dit er voor dat de inschatting van het risico op effecten hoog is.

10.3.3.10 KUSTZONE

In Tabel 10.14 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)	Hoge achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.14 Effectbeschrijving en –beoordeling Kustzone

Beïnvloeding luchtkwaliteit (concentratie toename)
Binnen deelgebied Kustzone liggen zowel de achtergrondconcentraties NO_2 als de bevolkingsdichtheid hoger dan het landelijk gemiddelde. Samen zorgt dit er voor dat de inschatting van het risico op effecten hoog is.

10.3.3.11 VERGELIJKING DEELGEBIEDEN

In paragraaf **Error! Reference source not found.** t/m 10.3.3.10 zijn de effecten voor de deelgebieden op een ij gezet. Na de tabel worden de deelgebieden per aspect vergeleken.

Deelgebied	Effect Luchtkwaliteit
Zuid-Limburg	Lage achtergrondconcentraties, gemiddelde bevolkingsdichtheid.
Noord-Brabant/ Noord-Limburg	Gemiddelde achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.
Oost-Nederland	Lage achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.
Noord-Nederland	Lage achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.
Groene Hart	Hoge achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.
Laag Holland	Hoge achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.
Flevoland	Lage achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Gemiddelde achtergrondconcentraties en lage bevolkingsdichtheid.
Zuidvleugel	Hoge achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.
Kustzone	Hoge achtergrondconcentraties en bevolkingsdichtheid.

Tabel 10.15 Vergelijking effectbeoordeling deelgebieden

Uit de beoordelingen van risico's op effecten komen duidelijk verschillen naar voren. Over het algemeen geldt dat daar waar veel mensen wonen (veel grote steden aanwezig zijn) tevens de achtergrondconcentraties hoger liggen (uitzondering hierop zijn de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden). Dit leidt er toe dat regio's rond de Randstad op zowel achtergrondconcentraties NO_2 als bevolkingsdichtheid hoger scoren dan de rest van Nederland. Dit zorgt voor een hogere inschatting van risico's op effecten voor deelgebieden in deze regio's. Het gaat dan om deelgebieden Groene Hart, Laag Holland, Zuidvleugel en Kustzone.

Voor deelgebieden meer naar het zuiden en noorden van Nederland is de inschatting van het risico op effecten lager, voornamelijk door de lagere bevolkingsdichtheid en richting het noordoosten tevens door lagere achtergrondconcentraties.

Ondanks dat risico's hoger ingeschat worden in bepaalde deelgebieden ligt het niet in de lijn der verwachting dat het aspect luchtkwaliteit snel voor een knelpunt zal zorgen bij eventuele realisatie, vanwege de ruime onderschrijding van grenswaarden in de meeste deelgebieden in het jaar 2016.

10.4 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

De maximale afstand waarbinnen mogelijk effecten op kunnen treden als gevolg van de voorbeeldwinning bedraagt ca. 930 meter. Dit is de afstand tot aan de NIBM-grens (1,2 $\mu g/m^3$) voor NO_2. Wanneer een productielocatie binnen 930 meter van de grens met België of Duitsland ligt, is het mogelijk dat er grensoverschrijdende effecten plaatsvinden. Doordat de achtergrondconcentraties binnen 930 meter vanaf de Nederlandse grens veelal ver onder de Europese norm voor de jaargemiddelde concentratie liggen, is de kans dat hier knelpunten optreden echter zeer klein.

10.5 CUMULATIE

Er is nu gerekend met emissies die in één jaar plaatsvinden, waarbij is uitgegaan van een totale duur van de voorbeeldwinning van 15 jaar. Deze emissies komen in de berekeningen vrij op één productielocatie. Dit is een conservatieve benadering. Wanneer echter meerdere voorbeeldwinningen tegelijk plaatsvinden dan kan er in één jaar meer emissie vrijkomen. Wanneer de productielocaties vervolgens dicht bij elkaar liggen kunnen zij elkaars bijdrage contouren beïnvloeden. In dat geval zou moeten worden voldaan aan artikel 5 van het Besluit NIBM (anti-cumulatieregeling). De bepaling beoogt te voorkomen dat er in de

praktijk door het plaatsvinden van meerdere projecten met gevolgen in eenzelfde gebied IBM-toenames of verdere overschrijdingen worden gecreëerd, die niet gedekt zijn door maatregelen uit het NSL. De bepaling beoogt daarmee het voorkomen van het 'opknippen' van projecten. Verder wordt voorkomen dat verschillende projecten die niet met elkaar samenhangen, op een ontsluitingsweg zorgen voor een gecumuleerde toename. De kans dat verschillende productielocaties binnen de grens van 930 meter van elkaar liggen is echter klein.

Gezien de contourafstanden en de verwachtte afstanden tussen de productielocaties, is het niet aannemelijk dat de nu berekende contourafstanden veel af zullen wijken. Wel kan de vorm van de contour afwijken. Doordat nu is gekeken naar de maximale afstand tot een NIBM bijdrage (met de overheersende windrichting mee), heeft een andere vorm van de contour geen effect op deze afstand en daarmee ook geen effect op de risico beoordeling.

10.6 GEVOELIGHEIDSANALYSE

In de berekeningen t.b.v. de effectbeoordeling zijn een aantal conservatieve aannames gedaan. Deze zijn beschreven in Bijlage 10.

Wanneer de duur van de werkzaamheden of de omvang van de totale emissies (en bijbehorende kenmerken als uitstoothoogte, warmte emissie, etc.) afwijken, zal dit effect hebben op de uitstoot en dus op de mogelijke effecten.

In onderstaande tabel staan de belangrijkste uitgangspunten waarvoor geldt dat een wijziging hiervan de grootste effecten kunnen hebben op de luchtkwaliteit.

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
Duur boring	1,5 maand per put	De duur van een boring heeft effecten op de duur van vrijkomende emissies. Omdat bij luchtkwaliteit voornamelijk naar een jaargemiddelde concentratie gekeken wordt, geldt in principe dat meer boringen binnen één jaar tot een hogere concentratie leidt. Wanneer boringen langer duren en daarmee minder boringen plaatsvinden binnen één jaar, nemen de jaargemiddelde concentraties af. Als daarmee de totale duur van de voorbeeldwinning toeneemt, dan vindt deze lagere bijdrage aan concentraties daarentegen wel over een langere periode (meerdere jaren) plaats.
Aanvoer water	Per leiding	In de berekeningen is nu conservatief uitgegaan van aanvoer per as. Omdat het water per leiding aangevoerd zal worden, zal de werkelijke emissie lager liggen. Omdat de vrachtemissies echter wegvallen t.o.v. de emissies van het boren en fracken, zal een wijziging hiervan geen effect hebben op de effectbeoordeling.

Tabel 10.16 Gevoeligheidsanalyse voor relevante uitgangspunten

Schalieolie

In Bijlage 5 zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven. Op hoofdlijnen is er een beperkt aantal verschillen. Schalieolie moet naar het oppervlak gepompt worden en gas stroomt naar het oppervlak. De behandelingsinstallatie van olie wijkt af van die van gas en de afstand van de behandelingsinstallatie naar het transportnetwerk of een afnamepunt zal bij olie gemiddeld groter

zijn dan bij gas. Deze verschillen zijn naar verwachting niet van invloed op de effectbeoordeling voor het aspect luchtkwaliteit. De analyse en beoordeling uit dit hoofdstuk zijn dus ook van toepassing op de winning van schalieolie.

10.7 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

Bij verdere planvorming kunnen een aantal randvoorwaarden gehanteerd worden om effecten te voorkomen of verder te reduceren.

Hierbij kan gedacht worden aan het aanhouden van een minimale afstand van 930 meter tot omliggende bebouwing, om significante effecten op de luchtkwaliteit uit te sluiten.

Tevens kan bij de keuze van een locatie rekening gehouden worden met de heersende achtergrondconcentraties en bebouwingsdichtheid. Over het algemeen geldt dat in het noorden en oosten van Nederland lagere achtergrondconcentraties heersen en meer ‘ruimte’ is tot de norm voor de jaargemiddelde concentratie. In regio’s waar de bebouwingsdichtheid laag is, de mogelijke effecten op de gezondheid minder zullen zijn.

Er kan ook gekeken worden naar het reduceren van emissies om zo het effect te reduceren. Een aantal mogelijke maatregelen zijn:

- Het hanteren van nieuwer materieel, voor bijvoorbeeld generatoren. Inzet van generatoren met een bouwjaar van 2010 levert een reductie van 50% (gemiddeld) in NO_x emissies in vergelijking met generatoren met een bouwjaar van 2005. Stage IIIB i.p.v. stage IIIA conform richtlijn 2004/26/EG en 97/68/EG.
  Bij materieel met een bouwjaar van 2014 is de reductie zelfs een factor 10 (gemiddeld) in NO_x emissies in vergelijking met generatoren met een bouwjaar 2005. Stage IV i.p.v. stage IIIA conform richtlijn 2004/26/EG en 97/68/EG.
- Inzet schonere vrachtwagens. Bijvoorbeeld vrachtwagens die op LNG of CNG rijden. Dit levert aanzienlijke reductie op in NO_x emissies.
- Er kan in specifieke gevallen gekozen worden leidingen aan te leggen om het aantal vrachtwagenbewegingen en daarmee ook de emissies terug te dringen.

10.8 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Omdat in dit PlanMER een voorbeeldwinning wordt onderzocht, zal een mogelijk specifieke situatie die in het kader van een concreet initiatief wordt onderzocht, kunnen afwijken van wat nu is berekend. Dit heeft te maken met mogelijke afwijkingen m.b.t. in te zetten materieel en specifieke lokale omstandigheden. Er zijn in dit onderzoek een aantal aannames gedaan (veelal conservatief) die in specifieke situaties anders zullen zijn.

Tevens is de lokale situatie (meteo, ruwheden, aanwezigheid wegen, etc.) van invloed op de concentratiecontouren. Dit maakt dat een specifieke locatie invloed zal hebben op de effecten op de luchtkwaliteit en daarmee af kan wijken van de hier berekende contouren.

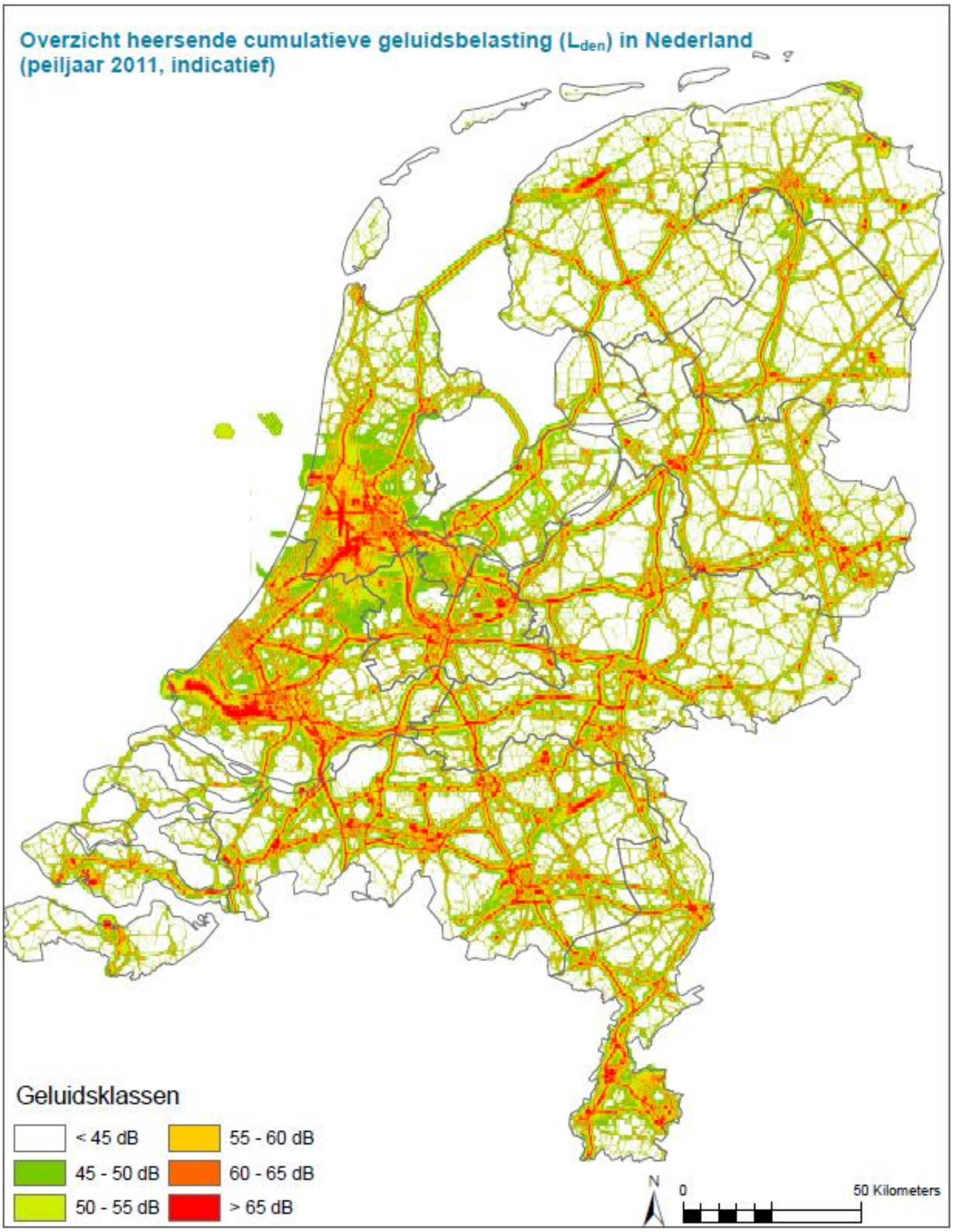
11 Geluid

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het aspect geluid beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 11.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 11.2)*
- *Effectbeschrijving (paragraaf 11.3)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 11.4)*
- *Cumulatie (paragraaf 11.5)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 11.6)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 11.7)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 11.8)*

11.1 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

De referentiesituatie voor het aspect geluid wordt bepaald door de heersende cumulatieve geluidsbelasting in Nederland. In Figuur 11.1 is een kaart opgenomen met de heersende cumulatieve geluidsbelasting in Nederland. Deze kaart geeft een beeld van de ligging van de geluidsbelaste gebieden en de relatief stille gebieden. Het is duidelijk dat de geluidsbelasting zich vooral concentreert rondom de (belangrijke) infrastructuur, steden, industriegebieden, luchthavens en dergelijke.



Figuur 11.1 Overzicht heersende cumulatieve geluidsbelasting (L_{den}) in Nederland (peiljaar 2011, indicatief).
Bron: RIVM.

11.2 TOETSINGSKADER

Op deze verschillende fasen zijn verschillende toetsingskaders van toepassing. In alle fasen is ook sprake van vrachtverkeer. Voor het vrachtverkeer van en naar de locatie over de openbare weg geldt een afwijkend toetsingskader en dit is derhalve separaat beoordeeld.

11.2.1 BELEIDSKADER

Aanlegfase

Voor de meeste aanleg-/bouwwerkzaamheden vormt het Bouwbesluit 2012 (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2011) het toetsingskader. Hierin zijn de volgende eisen opgenomen: Artikel 8.3 Geluidhinder.

1. Bedrijfsmatige bouw- of sloopwerkzaamheden worden op werkdagen en op zaterdag tussen 7.00 uur en 19.00 uur uitgevoerd.
2. Bij het uitvoeren van de werkzaamheden als bedoeld in het eerste lid worden de in Tabel 11.1 aangegeven dagwaarden en de daarbij behorende maximale blootstellingsduur niet overschreden.

dagwaarde	≤ 60 dB(A)	> 60 dB(A)	> 65 dB(A)	> 70 dB(A)	> 75 dB(A)	> 80dB(A)
maximale blootstellingsduur	onbeperkt	50 dagen	30 dagen	15 dagen	5 dagen	0 dagen

Tabel 11.1 Dagwaarden geluidshinder en daarbij behorende maximale blootstellingsduur (Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2011)

3. Het bevoegd gezag kan ontheffing verlenen van het eerste en tweede lid. Onverkort het gestelde in de ontheffing, wordt bij het uitvoeren van bouw- of sloopwerkzaamheden gebruik gemaakt van de best beschikbare stille technieken.
4. Indien het bevoegd gezag met betrekking tot het uitvoeren van bouw- of sloopwerkzaamheden beleidsregels als bedoeld in titel 4.3 van de Algemene wet bestuursrecht heeft vastgesteld, is in afwijking van het derde lid geen ontheffing vereist indien het uitvoeren van de werkzaamheden voldoet aan die beleidsregels en het bevoegd gezag ten minste twee werkdagen voor de feitelijke aanvang van die werkzaamheden in kennis is gesteld van de aanvang van de werkzaamheden.

Voor eventuele aanlegwerkzaamheden waarop het Bouwbesluit 2012 niet van toepassing is, wordt het aspect geluid beoordeeld op basis van de Circulaire Bouwlawaai 2010 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2010). Dit toetsingskader komt in grote lijnen overeen met dat van het Bouwbesluit 2012, maar in de Circulaire Bouwlawaai 2010 worden werkzaamheden op zaterdag alleen door middel van een ontheffing toegestaan. Voor geluidsbronnen die continu in bedrijf zijn, zoals grondwaterpompen, adviseert de Circulaire Bouwlawaai in de ontheffing voor de avond- en nachtperiode een geluidsnorm voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau te stellen van ten hoogste 45 dB(A) respectievelijk 40 dB(A) op de dichtstbijzijnde geluidsgevoelige bestemmingen. Dit komt overeen met een grenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde.

Op basis van het bovenstaande wordt voor de effectbeoordeling uitgegaan van:

- een richtwaarde van 60 dB(A) voor de dagwaarde op woningen en op andere geluidsgevoelige bestemmingen;
- een maximale grenswaarde van 75 dB(A) voor de dagwaarde op woningen en op andere geluidsgevoelige bestemmingen, uitgaande van de aanname dat de niveaus van meer dan 70 dB(A) maximaal 15 dagen optreden.

Boor- en frackfase

Gezien het feit dat schaliegaswinning een MER-plichtige activiteit betreft, is voor de boor- en frackwerkzaamheden een omgevingsvergunning vereist. Voor de beoordeling van het geluid van de inrichting wordt derhalve aansluiting gezocht bij de ‘Handreiking Industrielawaai en Vergunningverlening’ (Ministerie van VROM, 1998). Deze ministeriële handreiking richt zich vooral op niet gezoneerde industrieterreinen en solitaire bedrijven. Als een gemeente een eigen beleid heeft

ontwikkeld voor industriegeluid door vaststelling van een zogenaamde Nota Industrielawaai of Nota Geluidsbeleid, vormt dit het toetsingskader voor de eisen in milieuvergunningen. Als een gemeente geen eigen geluidsbeleid heeft, moet bij het opstellen van de geluidsvoorschriften gebruik worden gemaakt van de systematiek van richt- en grenswaarden conform Hoofdstuk 4 van voornoemde Handreiking. Gezien het feit dat de schaliegaswinning zich in meerdere gemeenten tegelijkertijd af kan spelen en niet in alle gemeenten lokaal geluidsbeleid is vastgesteld, is voor de beoordeling aansluiting gezocht bij Hoofdstuk 4 van voornoemde Handreiking.

Voor nieuwe inrichtingen worden bij de eerste toetsing de waarden van onderstaande Tabel 11.2 gehanteerd. Overschrijding van deze richtwaarden kan toelaatbaar zijn op grond van een bestuurlijk afwegingsproces. Een belangrijke rol daarbij speelt het bestaande referentieniveau van het omgevingsgeluid. As maximum niveau geldt de "etmaalwaarde"[31] van 50 dB(A) op de gevel van de dichtstbijzijnde woningen of het referentieniveau van het omgevingsgeluid.

Aard van de woonomgeving	Aanbevolen richtwaarden in de woonomgeving in dB(A)		
	Dagperiode (07:00–19:00 uur)	Avondperiode (19:00–23:00 uur)	Nachtperiode (23:00–07:00 uur)
Landelijke omgeving	40	35	30
Rustige woonwijk, weinig verkeer	45	40	35
Woonwijk in de stad	50	45	40

Tabel 11.2 Richtwaarden voor woonomgevingen (Ministerie van VROM, 1998)

Voor de maximale geluidsniveaus L_{Amax} wordt op grond van de 'Handreiking Industrielawaai en Vergunningverlening' gestreefd naar niveaus die ter plaatse van woningen niet meer dan 10 dB(A) hoger zijn dan de langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus. De grenswaarden voor het maximale geluidsniveau zijn:

- 70 dB(A) in de dagperiode.
- 65 dB(A) in de avondperiode.
- 60 dB(A) in de nachtperiode.

Voornoemd toetsingskader is gericht op langdurig of permanent aanwezige installaties en activiteiten. Voor tijdelijke bouwwerkzaamheden wordt het toetsingskader van Bouwbesluit 2012 of de Circulaire Bouwlawaai 2010 gehanteerd. Gezien het feit dat het boren en fracken ook een tijdelijke activiteit betreft vooruitlopend op de langdurig aanwezige winningsactiviteit, lijkt het redelijk om ook hiervoor een ruimere geluidseis te hanteren. Hiervoor zou aansluiting kunnen worden gezocht bij de geluidseisen conform het Besluit algemene regels milieu mijnbouw (Barmm) (Ministerie van Economische Zaken, 2008). Het Barmm staat vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden, het noodzakelijkerwijs continue boorproces en de beperkte mogelijkheden om maatregelen te treffen hogere niveaus toe voor het geluid van mobiele installaties en de in verband met de mobiele installaties verrichte werkzaamheden en activiteiten. Deze eisen luiden kort samengevat dat het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ en het maximale geluidsniveau L_{Amax} niet hoger mogen zijn dan de waarden in Tabel 11.3.

[31] De etmaalwaarde is het hoogste niveau van:
- het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ in de dagperiode;
- het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ in de avondperiode + 5 dB(A);
- het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ in de nachtperiode + 10 dB(A).

	Dagperiode (07:00–19:00 uur)	Avondperiode (19:00–23:00 uur)	Nachtperiode (23:00–07:00 uur)
LAr,LT, op een afstand van 300 meter vanaf de mobiele installatie	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)
LAr,LT in geluidsgevoelige gebouwen op een afstand van 300 meter of minder vanaf de mobiele installaties	40 dB(A)	35 dB(A)	30 dB(A)
LAmax op een afstand van 300 meter vanaf de mobiele installatie	70 dB(A)	65 dB(A)	60 dB(A)

Tabel 11.3 $L_{AR,LT}$ en L_{Amax} volgens het Barmm (Ministerie van Economische Zaken, 2008)

Daarnaast geldt dat de in Tabel 11.3 opgenomen maximale geluidsniveaus (L_{Amax}) niet van toepassing zijn op het laden en lossen, transportbewegingen, pipehandling en het verbranden van (aard)gas in de open lucht, mits deze tussen 07:00 en 19:00 uur plaatsvinden, tenzij dit redelijkerwijs niet mogelijk is.

In het geval een schaliegaswinning niet m.e.r.-plichtig is, en dus niet in een gevoelig gebied ligt (bijvoorbeeld een natuurgebied), en er geen kwetsbare objecten (bijvoorbeeld scholen, woningen, ziekenhuizen) binnen de 10^{-6} veiligheidscontour liggen, is het Besluit algemene regels milieu mijnbouw formeel van toepassing op een schaliegaswinning[32]. De geluidsnormen in het Besluit zijn gebaseerd op toepassing van de Best Beschikbare Technieken (BBT) voor mobiele installaties en geven in beginsel een acceptabel beschermingsniveau. Vanwege het aantal putten dat voor de schaliegaswinning geboord zal worden en de hierdoor relatief lange tijd dat de boor- en frackwerkzaamheden plaatsvinden, is het echter ook denkbaar dat er door het bevoegd gezag strengere geluidseisen worden gesteld en mogelijk aansluiting wordt gezocht bij de ‘Handreiking Industrielawaai en Vergunningverlening’.

Op basis van het bovenstaande wordt voor de effectbeoordeling uitgegaan van:
- een richtwaarde van 40 dB(A) etmaalwaarde op woningen en op andere geluidsgevoelige bestemmingen;
- een maximale grenswaarde van 60 dB(A) etmaalwaarde op 300 m van de mobiele installatie, op woningen en op andere geluidsgevoelige bestemmingen.

De richtwaarde van 40 dB(A) etmaalwaarde is gebaseerd op de richtwaarde voor een landelijke omgeving. Dit betreft het meest strenge beoordelingscriterium. Voor woonwijken gelden hogere richtwaarden en daar waar het referentieniveau van het omgevingsgeluid hoger is dan de richtwaarde, zijn ook hogere niveaus toegestaan.

Winningsfase
Voor de winningsfase is een omgevingsvergunning vereist. Dit betekent dat voor de beoordeling van het geluid aansluiting wordt gezocht bij de ‘Handreiking Industrielawaai en Vergunningverlening’ (Ministerie van VROM, 1998), zoals hiervoor beschreven voor de boor- en frackfase. Op basis van hiervan en het gegeven dat de winning in een landelijke omgeving kan plaatsvinden wordt voor de effectbeoordeling uitgegaan van:
- een richtwaarde van 40 dB(A) etmaalwaarde op woningen en op andere geluidsgevoelige bestemmingen;

[32] Zie artikel 5.2 Besluit algemene regels milieu mijnbouw.

- een maximale grenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde op woningen en op andere geluidsgevoelige bestemmingen.

Vrachtverkeer
Voor vergunningsplichtige inrichtingen wordt het vrachtverkeer van en naar de inrichting beoordeeld op basis van de Circulaire 'Geluidhinder veroorzaakt door het wegverkeer van en naar de inrichting; beoordeling in het kader van de vergunningverlening op basis van de Wet milieubeheer' van 29 februari 1996 (Ministerie van VROM, 1996). Deze circulaire adviseert een voorkeursgrenswaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde en een maximale grenswaarde van 65 dB(A) etmaalwaarde. Op basis van hiervan wordt voor de effectbeoordeling uitgegaan van:
- een richtwaarde van 50 dB(A) etmaalwaarde op woningen en op andere geluidsgevoelige bestemmingen;
- een maximale grenswaarde van 65 dB(A) etmaalwaarde op woningen en op andere geluidsgevoelige bestemmingen.

Gezien het feit dat het vrachtverkeer met name gerelateerd is aan de boor - en frackactiviteiten zou het bevoegd gezag wellicht ook aansluiting kunnen zoeken bij de geluidseisen voor indirecte hinder conform het Besluit algemene regels milieu mijnbouw (Barmm) (Ministerie van Economische Zaken, 2008). Formeel is dit besluit echter niet op de schaliegaswinning van toepassing, omdat dit een MER-plichtige activiteit betreft. Artikel 21, lid1 van het Barrm geeft aan dat 'Voor de etmaalwaarde van de verkeersbewegingen van en naar de mobiele installatie geldt een streefwaarde van 50 dB(A).' Lid 2 geeft aan dat bij ministeriele regeling regels worden gegeven betreffende de beoordeling van etmaalwaarden van de verkeersbewegingen. In artikel 4 van de Regeling algemene regels milieu mijnbouw wordt gesteld dat 'De etmaalwaarden van de verkeersbewegingen bedoeld in artikel 21 van het besluit, worden beoordeeld volgens de circulaire Beoordeling geluidhinder wegverkeer in verband met vergunningverlening w.m. (Stcrt. 1996, 44)'. Hiermee sluit de beoordeling voor indirecte hinder vanwege mijnbouwactiviteiten aan bij eerdere genoemde circulaire van 29 februari 1996.

11.2.2 BEOORDELINGSKADER

Voor de schaliegaswinning geldt niet één vaste grenswaarde voor geluid, maar is sprake van een bepaalde bandbreedte in normstelling, mede afhankelijk van de aard en de tijdsduur van de activiteit, de aard van de omgeving en het ter plaatse heersende referentieniveau van het omgevingsgeluid. De ondergrens van deze bandbreedte wordt in deze studie aangeduid als de richtwaarde. De bovengrens wordt aangeduid als de grenswaarde. Als aan de richtwaarde wordt voldaan zal – ook in landelijke gebieden - de eventuele geluidshinder minimaal zijn. Als net aan de grenswaarde wordt voldaan mag verwacht worden dat er hinder optreedt, maar wordt het hinderniveau (onder voorwaarden) nog (net) acceptabel geacht. De richt- en grenswaarden voor geluid in de verschillende fasen zijn samengevat in Tabel 11.4.

Fase	Geluidsbelasting op woningen en op andere geluidsgevoelige bestemmingen	
	Richtwaarde (ondergrens)	Grenswaarde (bovengrens)
Aanlegfase en verlaten fase	60 dB(A) dagwaarde	75 dB(A) dagwaarde
Boor- en frackfase	40 dB(A) etmaalwaarde	60 dB(A) etmaalwaarde*
Winningsfase	40 dB(A) etmaalwaarde	50 dB(A) etmaalwaarde
Vrachtverkeer van/naar de locatie	50 dB(A) etmaalwaarde	65 dB(A) etmaalwaarde
* Deze eis geldt ook op 300 meter van de mobiele installatie.		

Tabel 11.4 Overzicht van het beoordelingskader voor geluid

Noot: De beoordeling is toegespitst op het langgemiddelde beoordelingsniveau. De maximale geluidsniveaus vanwege optredende piekgeluiden zijn in principe ook van belang, maar uit een analyse (zie Bijlage 11) blijkt dat vanwege de ruimere normstelling voor de maximale geluidsniveaus de effectafstanden voor het maximale geluidsniveau vergelijkbaar zijn met of kleiner zijn dan de effectafstanden voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau. De geluideffecten op natuurgebieden zijn beschreven in het hoofdstuk Natuur.

11.3 EFFECTBESCHRIJVING- EN BEOORDELING

11.3.1 EFFECTBESCHRIJVING

Aanlegfase

In Tabel 11.5 is de ligging van de geluidscontouren tijdens de aanlegfase beschreven. Hieruit blijkt dat tijdens de aanlegfase de richtwaarde contour zich op ten hoogste circa 550 meter van de werkzaamheden bevindt en de grenswaarde contour op circa 200 meter afstand. Dit wordt veroorzaakt door heiwerkzaamheden. Bij de overige aanleg- en bouwwerkzaamheden, zoals het aanleggen van gas- en waterleidingen, is de geluidsbelasting aanzienlijk lager. De richtwaarde contour bevindt zich dan op circa 80 meter en de grenswaarde contour op circa 20 meter van de werkzaamheden. Door het treffen van geluidsreducerende maatregelen en/of het beperken van de tijdsduur zouden deze contourafstanden kunnen worden gereduceerd.

Type activiteit	Afstand tot de geluidscontour	
	Richtwaarde: Dagwaarde van 60 dB(A) bij onbeperkte blootstellingsduur	Grenswaarde: Dagwaarde van 75 dB(A) bij blootstellingsduur van maximaal 15 dagen
Heiwerkzaamheden	Circa 550 m van heipunt*	Circa 200 m van heipunt*
Overige aanleg- en bouwwerkzaam-heden	Circa 80 m van werklocatie	Circa 20 m van werklocatie
* Rekening houdend met toeslag van 5 dB(A) voor impulsachtig geluid		

Tabel 11.5 Ligging van de geluidscontouren tijdens de aanleg-/bouwfase

Boor-, frack- en winningsfase

In Tabel 11.6 is de ligging van de geluidscontouren tijdens de de boorfase, de frackfase en de winningsfase beschreven. Hieruit blijkt dat tijdens de boor- en frackfase de richtwaarde contour zich op ten hoogste circa 1900 meter van de werkzaamheden bevindt en de grenswaarde contour op circa 300 meter afstand. Tijdens de winningsfase bevindt de richtwaarde contour zich op ten hoogste circa 800 meter van het hart van de productielocatie en de grenswaarde contour op circa 300 meter afstand. Voor de gasbehandelingsinstallatie bevindt de richtwaarde contour zich op circa 1300 meter van het hart van de inrichting en de grenswaarde contour op circa 500 meter afstand. Door het treffen van geluidsreducerende maatregelen zouden voornoemde contourafstanden nog in meer of mindere mate kunnen worden gereduceerd.

In de boor- en frackfase heeft laagfrequent geluid een relatief groter aandeel in de totale geluidsemissie dan in de andere fasen. Op basis van de huidige inzichten is niet op voorhand aan te geven of dit tot meer hinder zal leiden dan op basis van de dB(A) niveaus wordt verwacht, maar het kan niet worden uitgesloten. Eventuele hinder vanwege laagfrequent geluid is in de boor- en frackfase dus een aandachtspunt, vooral in die situaties waar overwogen wordt om niveaus van ruim boven de richtwaarde

toe te staan. Dit zal te zijner tijd in het kader van de vergunningprocedure nader moeten worden beoordeeld en kan een reden zijn om dan in de vergunning nadere eisen te stellen.

Type activiteit	Afstand tot de geluidscontour		
	Richtwaarde voor landelijke omgeving [40 dB(A) etmaalwaarde]	Grenswaarde voor inrichting [50 dB(A) etmaalwaarde]	Grenswaarde Barmm voor tijdelijke werkzaamheden [60 dB(A) etmaalwaarde]
Boren	Circa 1800 m van boorinstallatie	Circa 700 m van boorinstallatie	Circa 300 m van boorinstallatie
Fracken	Circa 1900 m van frackinstallatie	Circa 800 m van frackinstallatie	Circa 300 m van frackinstallatie
Winningsfase, installaties bij put	Circa 800 m van het hart de inrichting	Circa 300 m van het hart van de inrichting	--
Winningsfase, gasbehandelings-installatie	Circa 1300 m van het hart van de inrichting	Circa 500 m van het hart van de inrichting	--

Tabel 11.6 Ligging van de geluidscontouren tijdens de boorfase, de frackfase en de winningsfase

Vrachtverkeer

Voor het vrachtverkeer tijdens de voor de beoordeling maatgevende frackfase bevindt de richtwaarde contour zich op circa 100 meter afstand van de rijlijn en de grenswaarde contour op circa 10 meter afstand van de rijlijn. Hierbij is uitgegaan van de geluidsemissie van een gemiddelde zware vrachtwagen. Er is geen rekening gehouden met een eventuele aftrek vanwege de verwachting dat het vrachtverkeer in de toekomst stiller zal worden.

Type activiteit	Afstand tot de geluidscontour	
	Richtwaarde: 50 dB(A) etmaalwaarde	Grenswaarde: 65 dB(A) etmaalwaarde
Vrachtverkeer	Circa 100 m van rijlijn	Circa 10 m van rijlijn

Tabel 11.7 Ligging van de geluidscontouren vanwege het vrachtverkeer tijdens de voor de beoordeling maatgevende frackfase

Conclusie

Als alle fasen en activiteiten van de schaliegaswinning worden beschouwd bevindt de richtwaarde contour zich op ten hoogste circa 1900 meter van de inrichting en de grenswaarde contour zich op circa 300 meter van de inrichting. Alleen voor de gasbehandelingsinstallatie bevindt de grenswaarde contour zich nog op grotere afstand, namelijk op circa 500 meter van de inrichting.

Voor het vrachtverkeer bevindt de richtwaarde contour zich op ten hoogste circa 100 meter afstand van de rijlijn en de grenswaarde contour op circa 10 meter afstand van de rijlijn.

Als aan de richtwaarde wordt voldaan zal – ook in landelijke gebieden - de eventuele geluidshinder minimaal zijn. Als net aan de grenswaarde wordt voldaan mag verwacht worden dat er hinder optreedt, maar wordt het hinderniveau (onder voorwaarden) nog (net) acceptabel geacht. Afhankelijk van de specifieke situatie en installaties, kunnen door het treffen van (aanvullende) geluidsreducerende maatregelen voornoemde contourafstanden nog in meer of mindere mate worden gereduceerd.

In de boor- en frackfase is eventuele hinder vanwege laagfrequent geluid een aandachtspunt, vooral in die situaties waar overwogen wordt om niveaus van ruim boven de richtwaarde toe te staan. Dit zal te zijner

tijd in het kader van de vergunningprocedure nader moeten worden beoordeeld en kan een reden zijn om dan in de vergunning nadere eisen te stellen.

11.3.2 VERGELIJKING LANDSCHAPSTYPEN

Op basis van landschapstypen is geen onderscheidende beoordeling te maken voor het aspect geluid. Dit komt doordat de mate van het wel of niet voorkomen van een risico gerelateerd is aan de aanwezigheid van gevoelige objecten nabij de productielocatie.

Op basis van deelgebieden is dit onderscheid wel te maken en om deze reden zal de beoordeling van het aspect geluid volledig plaatsvinden op basis van deelgebieden. Deze beschrijving is opgenomen in de volgende paragraaf.

11.3.3 VERGELIJKING DEELGEBIEDEN

In de voorgaande paragrafen is een inschatting gemaakt van de minimale afstand tot de geluidscontour die zou gelden volgens de vigerende richtwaarden en grenswaarden in verschillende fasen van schaliegaswinning. Als alle fasen en activiteiten van de schaliegaswinning worden beschouwd bevindt de richtwaarde contour zich op ten hoogste circa 1,9 km van het hart van de inrichting. De grenswaarde contour bevindt zich op ten hoogste circa 300 meter van het hart van de inrichting voor de winning en circa 500 meter van het hart van de inrichting voor de gasbehandelingsinstallatie. Dit betekent dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (2 x 1,9 km) de richtwaarde kan worden overschreden. De grenswaarde kan binnen een gebied met een diameter van circa 600 meter (2 x 300 meter) voor de productielocatie en circa 1 km (2 x 500 meter) voor de gasbehandelingslocatie worden overschreden. Voor de effectbeoordeling is bekeken of het waarschijnlijk is dat er woningen en gevoelige bestemmingen in het deelgebied binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) en circa 500 m tot 1 km (grenswaarde) zullen vallen. Hierbij wordt opgemerkt dat het aantal productielocaties groter is dan het aantal gasbehandelingsinstallaties. Daarnaast kan voor de inpasbaarheid van de gasbehandelingsinstallatie een groter gebied worden beschouwd dan voor de meer locatiegebonden productielocaties. In de praktijk zullen dus vooral de hindercontouren voor de productielocaties bepalend zijn voor de inpassing.

11.3.3.1 *ZUID-LIMBURG*

In Tabel 11.8 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan

Tabel 11.8 Effectbeschrijving en –beoordeling Zuid-Limburg

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Binnen het deelgebied Zuid-Limburg varieert de bevolkingsdichtheid sterk, namelijk van circa 200 tot 2.200 inwoners/km² per gemeente. In of nabij de verstedelijkte gebieden is de kans zeer groot dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) woningen liggen, maar hier zal het heersende referentieniveau van het omgevingsgeluid - het achtergrondniveau - over het algemeen ook hoger zijn.

Het zal echter kritisch zijn of hier aan de grenswaarde kan worden voldaan. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen kleiner zijn dan de richtwaarde van circa 3,8 km. Dit betekent dat de kans groot is dat de richtwaarde wordt overschreden. De kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de grenswaarde wordt voldaan wordt relatief groot geacht, met uitzonderling van de plateaus waar dit vanwege de over het algemeen kortere afstanden tot woningen kritisch zal liggen.

11.3.3.2 NOORD-BRABANT/NOORD-LIMBURG.

In Tabel 11.9 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan

Tabel 11.9 Effectbeschrijving en –beoordeling Noord-Brabant/ Noord-Limburg

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Binnen het deelgebied Noord-Brabant en Noord-Limburg varieert de bevolkingsdichtheid sterk, namelijk van circa 100 tot 2.500 inwoners/km^2 per gemeente. In of nabij de verstedelijkte gebieden is de kans zeer groot dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) woningen liggen, maar hier zal het heersende achtergrondniveau over het algemeen ook hoger zijn. Het zal echter kritisch zijn of hier aan de grenswaarde kan worden voldaan. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen kleiner zijn dan de richtwaarde van circa 3,8 km. Dit betekent dat de kans groot is dat de richtwaarde wordt overschreden. De kans dat ook de grenswaarde wordt overschreden wordt zeker aanwezig geacht, met uitzondering van de heide ontginningsgebieden. Hiervoor zal door de grotere afstanden tussen woningen de inpassing minder kritisch zijn.

11.3.3.3 OOST-NEDERLAND

In Tabel 11.10 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan

Tabel 11.10 Effectbeschrijving en –beoordeling Oost-Nederland

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Binnen het deelgebied Oost-Nederland varieert de bevolkingsdichtheid sterk, namelijk van circa 100 tot 1.500 inwoners/km^2 per gemeente. In of nabij de verstedelijkte gebieden is de kans zeer groot dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) woningen liggen, maar hier zal het heersende achtergrondniveau over het algemeen ook hoger zijn. Het zal echter kritisch zijn of hier aan de grenswaarde kan worden voldaan. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. De afstand tussen woningen zal in het algemeen kleiner zijn dan de richtwaarde van circa 3,8 km. Dit betekent dat de kans groot is dat de richtwaarde wordt overschreden. De kans dat ook de grenswaarde wordt overschreden wordt zeker aanwezig geacht, met uitzondering van de heide

ontginningsgebieden. Hiervoor zal door de grotere afstanden tussen woningen de inpassing minder kritisch zijn.

11.3.3.4 NOORD-NEDERLAND

In Tabel 11.11 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan

Tabel 11.11 Effectbeschrijving en –beoordeling Noord-Nederland

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Binnen het deelgebied Noord-Nederland ligt de bevolkingsdichtheid over het algemeen onder het landelijk gemiddelde, met uitzondering van de steden. In of nabij de verstedelijkte gebieden is de kans zeer groot dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) woningen liggen, maar hier zal het heersende achtergrondniveau over het algemeen ook hoger zijn. Het zal echter kritisch zijn of hier aan de grenswaarde kan worden voldaan. In Noord-Nederland is buiten de verstedelijkte gebieden de bebouwing over het algemeen geconcentreerd in linten (subgebied B, Veenkoloniën) en dorpen (subgebied C, Eemshaven). In subgebied A is de bebouwing deels geconcentreerd in linten, maar is deels ook sprake van (ruim) verspreide bebouwing. Voor het noordelijke deel van subgebied A wordt de kans groot geacht dat de richtwaarde wordt overschreden. Het is sterk afhankelijk van de locatie of er aan de grenswaarde kan worden voldaan. Ook voor het zuidelijke deel van subgebied A en de subgebieden B en C zal de richtwaarde veelal worden overschreden, maar de overschrijding zal wel beperkter zijn. De kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de grenswaarde kan worden voldaan wordt relatief groot geacht.

11.3.3.5 GROENE HART

In Tabel 11.12 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan

Tabel 11.12 Effectbeschrijving en –beoordeling Groene Hart

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Binnen het deelgebied Groene Hart ligt de bevolkingsdichtheid over het algemeen onder het landelijk gemiddelde. In of nabij de verstedelijkte gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid is de kans zeer groot dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) woningen liggen, maar hier zal het heersende achtergrondniveau over het algemeen ook hoger zijn. Het zal echter kritisch zijn of hier aan de grenswaarde kan worden voldaan. Buiten de verstedelijkte gebieden is de woonbebouwing vooral geconcentreerd in linten. Het zal echter kritisch zijn of er aan de richtwaarde kan worden voldaan. De kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de grenswaarde wordt voldaan wordt groot geacht.

11.3.3.6 LAAG HOLLAND

In Tabel 11.13 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan

Tabel 11.13 Effectbeschrijving en –beoordeling Laag Holland

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Binnen het deelgebied Laag Holland varieert de bevolkingsdichtheid sterk. De woonbebouwing is vooral geconcentreerd in dorpen en lintbebouwing. In of nabij de verstedelijkte gebieden en dorpen met een hoge bevolkingsdichtheid is de kans zeer groot dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) woningen liggen, maar hier zal het heersende achtergrondniveau over het algemeen ook hoger zijn. Het zal echter kritisch zijn of hier aan de grenswaarde kan worden voldaan. Buiten de verstedelijkte gebieden en dorpen wordt de kans dat aan de richtwaarde kan worden voldaan niet groot geacht. Het zal kritisch zijn of er aan de grenswaarde kan worden voldaan.

11.3.3.7 FLEVOLAND

In Tabel 11.14 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan

Tabel 11.14 Effectbeschrijving en –beoordeling Flevoland

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Binnen het deelgebied Flevoland ligt de bevolkingsdichtheid over het algemeen onder het landelijk gemiddelde, met uitzondering van de steden. In of nabij de verstedelijkte gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid is de kans zeer groot dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) woningen liggen, maar hier zal het heersende achtergrondniveau over het algemeen ook hoger zijn. Het zal echter kritisch zijn of hier aan de grenswaarde kan worden voldaan.
Buiten de verstedelijkte gebieden kenmerkt de Flevoland zich door weinig (burger)woningen. Het betreft vooral woningen op agrarische erven op grote onderlinge afstand in ontginningslinten. De kans dat aan de richtwaarde kan worden voldaan wordt aanwezig geacht. De kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de grenswaarde kan worden voldaan wordt relatief groot geacht.

11.3.3.8 ZEEUWSE EN ZUID-HOLLANDSE EILANDEN

In Tabel 11.15 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan

Tabel 11.15 Effectbeschrijving en –beoordeling Zeeuwse elanden

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Binnen het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden ligt de bevolkingsdichtheid over het algemeen onder het landelijk gemiddelde. In of nabij de verstedelijkte gebieden en dorpen met een hoge bevolkingsdichtheid is de kans zeer groot dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) woningen liggen, maar hier zal het heersende achtergrondniveau over het algemeen ook hoger zijn. Het zal echter kritisch zijn of hier aan de grenswaarde kan worden voldaan. Buiten de verstedelijkte gebieden en dorpen is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing. Het zal echter kritisch zijn of aan de richtwaarde kan worden voldaan. De kans dat er locaties kunnen worden gevonden waar aan de grenswaarde wordt voldaan wordt groot geacht.

11.3.3.9 *ZUIDVLEUGEL*

In Tabel 11.16 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan

Tabel 11.16 Effectbeschrijving en –beoordeling Zuidvleugel

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Het deelgebied zuidvleugel betreft over het algemeen een dichtbevolkt gebied. De kans dat er aan de richtwaarde kan worden voldaan wordt klein geacht. Het zal kritisch zijn of er aan de grenswaarde kan worden voldaan.

11.3.3.10 *KUSTZONE*

In Tabel 11.17 is een overzicht van de effectbeschrijving – en beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Effectbeoordeling
Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan

Tabel 11.17 Effectbeschrijving en –beoordeling Kustzone

Geluidsbelasting op woningen en andere geluidsgevoelige bestemmingen
Binnen het deelgebied kustzone varieert de bevolkingsdichtheid sterk. In of nabij de verstedelijkte gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid is de kans zeer groot dat binnen een gebied met een diameter van circa 3,8 km (richtwaarde) woningen liggen, maar hier zal het heersende achtergrondniveau over het algemeen ook hoger zijn. Het zal echter kritisch zijn of hier aan de grenswaarde kan worden voldaan. Buiten de verstedelijkte gebieden is sprake van een redelijk verspreide woonbebouwing met een relatief hoge dichtheid, met uitzondering van de grotendeels onbebouwde duinen. Gezien de mate van spreiding van de woonbebouwing wordt de kans klein geacht dat aan de richtwaarde kan worden voldaan. De kans dat ook niet aan de grenswaarde wordt voldaan wordt groot geacht.

11.3.3.11 VERGELIJKING DEELGEBIEDEN

Deelgebied	Effect Geluid
Zuid-Limburg	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan
Noord-Brabant/ Noord-Limburg	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan
Oost-Nederland	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan
Noord-Nederland	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan
Groene Hart	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan
Laag Holland	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan
Flevoland	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Grote kans op overschrijding richtwaarde, maar wel locaties waar aan de grenswaarde wordt voldaan
Zuidvleugel	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan
Kustzone	Grote kans op overschrijding richtwaarde en kritisch of aan de grenswaarde kan worden voldaan

Tabel 11.18 Vergelijking effectbeoordeling deelgebieden

Uit de beoordeling van risico's op effecten blijkt dat voor Noord-Brabant/Noord-Limburg, Oost-Nederland, Laag Holland, Zuidvleugel en Kustzone het risico op relevante geluidseffecten groot is. Voor Zuidvleugel en Kustzone wordt dit vooral veroorzaakt door de relatieve hoge bevolkingsdichtheid. Dit geldt deels ook voor Noord-Brabant/Noord-Limburg. Voor het overige deel van deze deelgebieden geldt dat dit vooral wordt veroorzaakt door de gemiddeld relatief korte afstanden tussen woningen in de minder dicht bevolkte gebieden. Gezien de afstanden tussen woningen is voor Zuid-Limburg en Groene Hart sprake van een gemiddeld risico op geluidseffecten. Voor Flevoland, Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en het grootste deel van het deelgebied Noord-Nederland is sprake van een relatief laag risico op geluidseffecten door de combinatie van een relatief lage bevolkingsdichtheid in combinatie met gemiddeld relatief grote afstanden tussen woningen.

Het feit dat in bepaalde gebieden risico's hoger ingeschat worden, wil niet zeggen dat het aspect geluid hier meteen voor een knelpunt zorgt. Het betekent wel dat er over het algemeen meer aandacht moet zijn voor een zorgvuldige lokale inpassing en de kans groter is dat bovenmatige investeringen in geluidsreducerende maatregelen noodzakelijk zijn.

11.4 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

Als alle fasen en activiteiten van de schaliegaswinning worden beschouwd bevindt de richtwaarde contour zich op ten hoogste circa 1,9 km van de inrichting en de grenswaarde contour zich op circa 300 meter van de inrichting. Alleen voor de gasbehandelingsinstallatie bevindt de grenswaarde contour zich nog op grotere afstand, namelijk op circa 500 meter van de inrichting.

Dit betekent dat als de productielocatie of de gasbehandelingsinstallatie zich op korte afstand van de grens bevinden, er sprake zal zijn van een grensoverschrijdend effect. Als er een afstand van 2 km of meer van de installaties tot de grens wordt aangehouden, zullen er geen relevante grensoverschrijdende effecten plaatsvinden.

11.5 CUMULATIE

In de voorbeeldwinning wordt uitgegaan van 13 productielocaties met ieder 10 putten. De werkzaamheden voor het boren van de putten per productielocatie zullen achter elkaar plaatsvinden. Er is dus geen sprake van de cumulatie van het geluid van de verschillende activiteiten op een productielocatie. Wel zal door opeenvolgende werkzaamheden de geluidsbelasting gedurende een langere tijd optreden.

Als er in een deelgebied tegelijkertijd meerdere productielocaties in bedrijf zijn of ontwikkeld worden zou er mogelijk wel sprake kunnen zijn van cumulatie. De gemiddelde dichtheid waarin productielocaties (kunnen) voorkomen is circa 0,08 per vierkante kilometer. Dit betekent dat de productielocaties zich op een afstand van 3 tot 4 km afstand van elkaar zouden kunnen bevinden. Gezien de ruime afstand tot de richtwaarde contouren zal bij de beoordeling of aan de richtwaarde wordt voldaan zeker voor de boor- en frackfase en in mindere mate voor de winningsfase rekening moeten worden met de cumulatie van geluid. Bij twee productielocaties op 3 km afstand van elkaar zou precies in het midden tussen de twee locaties door cumulatie de geluidsbelasting met 3 dB(A) kunnen toenemen. De afstand van een productielocatie tot de richtwaarde contour zou voor het gebied tussen de twee locaties voor de maatgevende frackwerkzaamheden dan kunnen toenemen tot circa 2,4 km. Indien zich nog een derde productielocatie in het gebied bevindt, kan door cumulatie de geluidsbelasting nog verder toenemen. Een totale toename met meer dan 5 dB(A) door cumulatie wordt echter onwaarschijnlijk geacht.

De grenswaarde contouren liggen op aanzienlijk kortere afstand van de productielocaties. Hierdoor zal de cumulatie van het geluid van verschillende productielocaties geen effect hebben op de ligging van de grenswaarde contour.

11.6 GEVOELIGHEIDSANALYSE

In Tabel 11.19 is de analyse samengevat van de gevoeligheid van de effectbeoordeling voor afwijkingen in de uitgangspunten voor de voorbeeldwinning. De conclusie is dat wijzigingen in deze uitgangspunten geen relevante invloed hebben op de effectbeoordeling.

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
Duur boring	1,5 maand per put	Een eventuele wijziging in de duur van de boring heeft geen relevante invloed op de hoogte van de geluidsbelasting, waar wel voor de tijd dat een bepaalde geluidsbelasting optreedt. Dit leidt echter niet tot een aanpassing van de effectbeoordeling.
Hoogte boortoren	40 meter	Een wijziging in de hoogte van de boortoren heeft een dermate gering effect op de geluidsbelasting dat dit niet leidt tot een aanpassing van de effectbeoordeling.
Aanvoer water	Per leiding	Als de aanvoer met vrachtwagens zou plaatsvinden, treedt er langs de directe ontsluitingswegen een hogere geluidsbelasting op. Gezien het gehanteerde 'worst case' uitgangspunt voor het maximale aantal vrachtwagenbewegingen per dag, wordt echter niet verwacht dat de geluidsbelasting (relevant) hoger zal uitvallen dan reeds berekend. Als de aanvoer met vrachtwagens zou plaatsvinden, hoeven er geen lange waterleidingen te worden aangelegd en pompen te worden geplaatst. De wijzigingen zijn echter dermate beperkt dat deze niet tot een aanpassing van de effectbeoordeling leiden.
Inzet materieel en installaties	Toepassing van beste beschikbare technieken	De geluidsbelasting van de activiteiten en werkzaamheden is afhankelijk van de precies in te zetten installaties en materieel en de toe te passen geluidsbeperkende voorzieningen. Bij toepassing van de beste beschikbare technieken om de geluidsemissie zo veel mogelijk te beperken wordt verwacht dat de activiteiten en werkzaamheden kunnen voldoen aan de vastgestelde hinderafstanden. Op grond van de Wet milieubeheer en de voorwaarden voor het (zo nodig) verlenen van een ontheffing voor lawaaiige bouwwerkzaamheden is toepassing van de beste beschikbare technieken ook vereist. Er wordt derhalve niet verwacht dat er dusdanige wijzigingen optreden dat deze leiden tot een aanpassing van de effectbeoordeling. Wel kan in kritische situaties de geluidsemissie door het inzetten van extra stille installaties of het treffen van aanvullende geluidsreducerende maatregelen verder worden gereduceerd.

Tabel 11.19 Gevoeligheidsanalyse

Schalieolie

In Bijlage 5 zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven. Op hoofdlijnen is er een beperkt aantal verschillen. Schalieolie moet naar het oppervlak gepompt worden en gas stroomt naar het oppervlak. De behandelingsinstallatie van olie wijkt af van die van gas en de afstand van de behandelingsinstallatie naar het transportnetwerk of een afnamepunt zal bij olie gemiddeld groter zijn dan bij gas. Deze verschillen zijn naar verwachting niet van invloed op de effectbeoordeling voor het aspect geluid. De analyse en beoordeling uit dit hoofdstuk zijn dus ook van toepassing op de winning van schalieolie.

11.7 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

De beschreven geluidscontouren en effecten betreffen een zo goed mogelijke inschatting op basis van de huidige, beperkte inzichten en uitgaande van de inzet van de beste beschikbare technieken (BBT) om de geluidsemissie te beperken. De daadwerkelijke geluidsuitstraling van de beschreven activiteiten is afhankelijk van de precies in te zetten installaties en materieel en de te treffen geluidsbeperkende voorzieningen. Bij inzet van de meest moderne, geluidsarme installaties met passende geluidsbeperkende voorzieningen zou de geluidsbelasting lager kunnen uitvallen. Daarnaast kan in kritische situaties de geluidsemissie door het treffen van aanvullende geluidsreducerende maatregelen – en dus tegen extra kosten -verder worden beperkt. Hiermee kunnen de contourafstanden worden verkleind.

In de boor- en frackfase is eventuele hinder vanwege laagfrequent geluid een aandachtspunt, vooral in die situaties waar overwogen wordt om niveaus van ruim boven de richtwaarde toe te staan. Dit zal te zijner tijd in het kader van de vergunningprocedure nader moeten worden beoordeeld en kan een reden zijn om dan in de vergunning nadere eisen te stellen.

Voor de beperking van geluidshinder is uiteindelijk vooral de inpassing op lokaal niveau van belang. Een verschuiving over een afstand van enkele honderden meters kan hierbij een belangrijk verschil maken. Ook de lokale situatie zoals het heersende achtergrondniveau van het omgevingsgeluid, de aanwezige mogelijk afschermende bebouwing of reflecterende bodemgebieden spelen hierbij een rol.

11.8 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Op basis van de huidige, beperkte inzichten zijn de bronvermogens en geluidscontouren zo goed mogelijk vastgesteld. Door het ontbreken van detailinformatie zou de werkelijke geluidsbelasting kunnen afwijken. Gezien de gehanteerde uitgangspunten, de mogelijkheid om aanvullende maatregelen te treffen in relatie tot het schaalniveau van deze studie wordt echter niet verwacht dat deze leemten in kennis wezenlijke gevolgen hebben voor de beoordeling.

Het doel van het evaluatieprogramma is om vast te stellen of de daadwerkelijke effecten overeenstemmen met de prognoses in het MER. Mocht blijken dat de effecten negatiever zijn dan verwacht, dan kunnen maatregelen worden vastgesteld om deze effecten te mitigeren. Voor het aspect geluid wordt het evaluatieprogramma feitelijk geborgd door het vergunningstraject. Als onderdeel van de aanvraag van de omgevingsvergunning, onderdeel milieu, zal door de initiatiefnemer een akoestisch rapport ingediend moeten worden. Dit akoestisch onderzoek zal gebaseerd worden op de dan geldende meer concrete en gedetailleerde inzichten en ook een groter detailniveau kennen dan het voorliggende onderzoek. De resultaten van dat onderzoek worden getoetst aan de dan geldende wet- en regelgeving. Op basis van het onderzoek, de toetsing en de bestuurlijke afweging worden geluidsvoorschriften in de vergunning vastgelegd. Het is gebruikelijk om voor een nieuwe inrichting in de vergunning tevens op te nemen dat binnen een bepaalde tijd na het in gebruik nemen van de inrichting controlemetingen moeten worden verricht om vast te stellen of aan de geluidseisen in de milieuvergunning wordt voldaan. Als zou blijken dat niet aan de eisen wordt voldaan is de inrichting in overtreding en zullen geluidsreducerende maatregelen moeten worden onderzocht en getroffen.

12 Licht

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het aspect licht beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 12.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 12.2)*
- *Effectbeschrijving en beoordeling (paragraaf 12.3)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 12.4)*
- *Cumulatie (paragraaf 12.5)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 12.6)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 12.7)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 12.8)*

12.1 BESCHRIJVING REFERENTIESIUTATIE

De referentiesituatie voor het aspect licht wordt bepaald door de aanwezige lichtbronnen in de huidige situatie. Het gaat om de kunstmatige lichtbronnen langs wegen, in woonwijken, sportvelden, bus- en treinstations, bedrijfsterreinen/bedrijven, havens, vliegvelden, kassen e.d. De aanwezige achtergrondlichtsterkte zal per gebied (sterk) verschillen. Op veel locaties in Nederland, natuur en landelijk gebied, wordt de achtergrondlichtsterkte door natuurlijke lichtbron (maanlicht) bepaald.

12.2 TOETSINGSKADER

12.2.1 BELEIDSKADER

Ten aanzien van verlichting van de werkplek in de buitenruimte is de NEN-EN 12464-2:2007 van kracht (invulling vanuit ARBO-wetgeving).

Op het gebied van lichthinder is nog geen landelijke wetgeving voor handen. Wel heeft de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde (NSVV) richtlijnen uitgegeven ten aanzien van voorkoming van lichthinder (2014). In de richtlijn voor terreinverlichting zijn gebieds- en periodeafhankelijke normen opgenomen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een viertal gebiedstyperingen/zones met elk een eigen norm (zie Tabel 12.1):

- E1: Gebieden met een zeer lage omgevingshelderheid. In het algemeen natuurgebieden en landelijke gebieden ver van woonkernen.
- E2: Gebieden met een lage omgevingshelderheid. In het algemeen buitenstedelijke en landelijke (woon)gebieden.
- E3: Gebieden met een gemiddelde omgevingshelderheid. In het algemeen stedelijke woongebieden.
- E4: Gebieden met een hoge omgevingshelderheid. In het algemeen stedelijke gebieden met nachtelijke activiteiten, zoals uitgaanscentra en industriegebieden.

De normen zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Periode	E1:Natuurgebied [lux]	E2: Landelijk gebied [lux]	E3: Stedelijk gebied [lux]	E4: Stadscentrum / industriegebied [lux]
07.00 – 23.00	2	5	10	25
23.00 – 07.00	1	1	2	5

Tabel 12.1 Grenswaarden voor verlichtingssterkte (Ev) ter voorkoming van lichthinder

Uit deze tabel blijkt dat de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde in haar advies een richtwaarde voor terreinverlichting voor natuurgebieden stelt van 1 lux. Er is een belangrijke bron van empirisch onderzoek naar het effect van kunstlicht (wegverlichting) op fauna. Een onderzoek naar de effecten van kunstlicht op zoogdieren (De Molenaar, et al., 2003). In dit onderzoek werd een grenswaarde van 0,1 lux naar eventuele effecten op zoogdieren vastgesteld als de referentiewaarde voor niet-verlichte situaties. Deze grenswaarde is o.a. gehanteerd in de MER Maasvlakte 2 (Royal Haskoning, 2007). De 0,1 lux contour wordt algemeen geaccepteerd als een waarde waar beneden geen significante effecten optreden op planten- of diersoorten. Deze algemeen geaccepteerde norm die wordt gehanteerd bij de toepassing van de Natuurbeschermingswet, dus voor Natura 2000-gebieden, wijkt af van de normen voor hinder vanuit sportveldverlichting en terreinverlichting die door de Nederlandse Stichting Voor Verlichtingskunde (NSVV) zijn opgesteld.

Om een indruk te geven van verlichtingssterkten, is in onderstaande Tabel 12.2 een aantal situaties weergegeven met de daarbij passende lichtsterkten.

Situatie	Verlichtingssterkte [lux]
Daglicht bij volle zon midden zomer	50.000 – 100.000
Daglicht bij betrokken hemel	1.000 - 10.000
Daglicht gemiddeld	5.000
Schemering	10
Volle maan bij heldere hemel	0,25
Nieuwe maan bij heldere hemel	0,002
Geheel maanloze, zwaar bewolkte nacht	0,001
Bureauverlichting	200 - 800
Leeslicht (werkvlak)	400
's Avonds normaal verlichte kamer	25 -50
Leesdrempel mens (krant te lezen)	0,3
Grens kleuren zien mens	0,1
Grens zien voor aan donker geadapteerd oog mens	0,0001

Tabel 12.2 Lichtsterkte in aantal situaties (De Molenaar, et al., 2003)

12.2.2 BEOORDELINGSKADER

Omdat in dit planMER een voorbeeldwinning wordt onderzocht is er nog geen verlichtingsplan aanwezig. Bij het opstellen van een verlichtingsplan zal rekening worden gehouden met twee aspecten:

- Veiligheid;
- Milieukader.

Veiligheid

Ten aanzien van het veiligheidsaspect is de wens om minimaal aan de wettelijk voorgeschreven verlichtingssterkte te voldoen. Het safety principe is heel belangrijk. In dit kader moet gedacht worden aan de NEN norm voor werken in de buitenruimte NEN-EN 12464-2:2007.

In onderstaande tabellen zijn de vereiste gemiddelde verlichtingssterkte (E_m) en gelijkmatige verdeling van verlichting (U_0), de bovengrens van verblinding (Glare Rating Limit, GR_L), en de kleurweergave index (Colour Rendering Index, R_a) uit het NEN-EN 12464-2:2007 vermeld voor verschillende gebieden, taken en activiteiten.

Type gebied, taak of activiteit	E_m Lx	U_o -	GR_L -	R_A -
Wandelpaden exclusief voor wandelaars	5	0,25	50	20
Gebieden voor langzaam rijdend verkeer (max. 10 km/u) bv. Fietsen, vrachtwagens en graafmachines	10	0,40	50	20
Gebieden voor standaard verkeer (40 km/u)	20	0,40	45	20
Passages voor voetgangers, het draaien van voertuigen, laad- en lospunten.	50	0,40	50	20

Tabel 12.3 Vereiste verlichtingssterkte en gelijkmatige verdeling van verlichting op werkplaatsen in de buitenlucht conform NEN-EN 12464-2:2007

Type gebied, taak of activiteit	E_m Lx	U_o -	GR_L -	R_A -
Opruiming, opgraving en inladen	20	0,25	55	20
Bouwgebied, montage van afvoerpijpen, transport, hulp- en voorraadtaken	50	0,40	50	20
Montage van geraamte, lichte wapening, montage van houten mal en geraamte, elektrische bekabeling en pijpleidingen	100	0,40	45	40
Lassen, elektriciteitsvoorziening, montage van machine en pijpleidingen	200	0,50	45	40

Tabel 12.4 Vereiste verlichtingssterkte en gelijkmatige verdeling van verlichting op bouwplaatsen conform NEN-EN 12464-2:2007

De tabel hierna heeft betrekking op offshore maar een deel van de activiteiten zijn dezelfde of vergelijkbaar met onshore. Derhalve zijn de genoemde verlichtingssterktes ook van toepassing op onshore.

Type gebied, taak of activiteit	E_m L_x	U_o -	GR_L -	R_A -
Zeeoppervlak onder het platform	30	0,25	50	20
Ladders, trappen en paden	100	0,25	45	20
Aanlegplaatsen voor boot en transport	100	0,25	50	20
Helikopterplatform	100	0,40	45	20
Boortoren	100	0,50	45	40
Behandelgebieden	100	0,50	45	40
Dek/gebied met 'Piperracks'	150	0,50	45	40
Test station, schaliefilter, bronrand	200	0,50	45	40
Pompgebieden	200	0,50	45	20
Gebied voor reddingsboten	300	0,40	50	20
Boorvloer en 'Monkey Board'	300	0,50	40	40
'Mud room', monsters	300	0,50	40	40
Ruwe olie pompen	300	0,50	45	40
Fabrieksafdelingen	300	0,50	40	40
Draaitafel	500	0,50	40	40

Tabel 12.5 Vereiste verlichtingssterkte en gelijkmatige verdeling van verlichting op offshore olie en gas installaties conform NEN-EN 12464-2:2007

Uit de tabellen hiervoor blijkt dat de vereiste verlichtingssterkte per (deel)gebied/activiteit sterk kan variëren. Op een boorlocatie zullen op verschillende deelgebieden mobiele lichtmasten worden geplaatst op verschillende hoogtes. Ook de boortoren en gasbehandelingsinstallatie zullen op verschillende hoogtes worden voorzien van lichtbronnen. In onderstaande figuren is een animatie weergegeven van een boorlocatie overdag en 's nachts.



Figuur 12.1 Animatie van een mogelijke boorlocatie op 300 m afstand (overdag) (Royal Haskoning, 2012)



Figuur 12.2 Animatie van een mogelijke boorlocatie op 300 m afstand ('s nachts) (Royal Haskoning, 2012)

Milieukader

Bij het opstellen van een lichtplan zal rekening worden gehouden met lichtuitstraling naar de omgeving. Daarom zal met een lichtplan aan worden getoond dat aan de geldende milieueisen wordt voldaan.

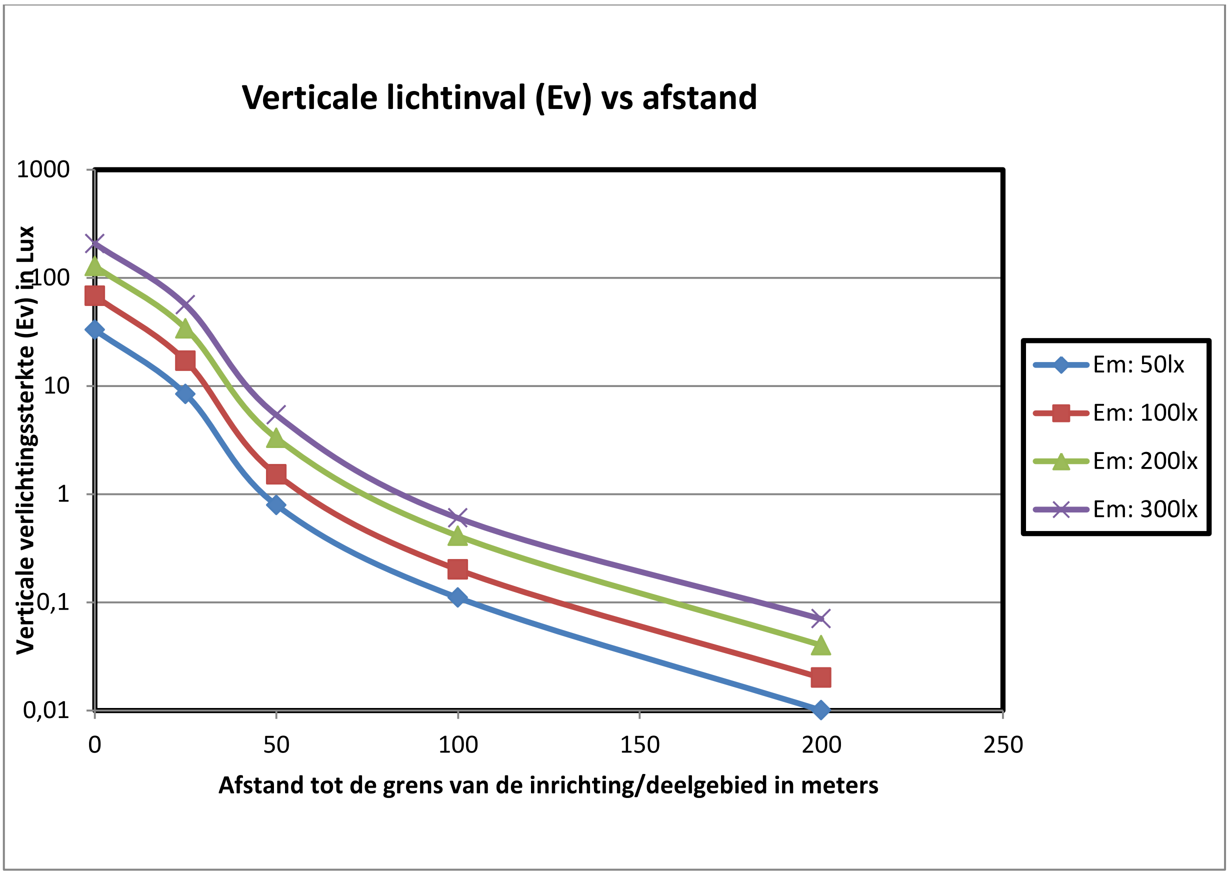
Methode

De lichtuitstraling naar de omgeving zal afhangen van verschillende factoren. De lichtuitstraling is o.a. afhankelijk van type armatuur, uitstralingsrichting, intensiteit van de verlichting, de hoogte van de lichtmasten, mate van afscherming van de lamp, afscherming door objecten op het terrein e.d.

Om een indruk te krijgen van de mogelijke effecten zijn indicatieve berekeningen uitgevoerd. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een terrein van 150 bij 100 meter voor vier verschillende verlichtingssterktes (E_m) van het terrein, te weten: 50, 100, 200 en 300 lux. De berekeningen zijn uitgevoerd met een gemiddelde masthoogte van 12 meter. De lichtmasten zijn evenredig verdeeld over het gehele terrein. De berekeningen zijn uitgevoerd met DIALux versie 4.12.

12.3 EFFECTBESCHRIJVING- EN BEOORDELING

In Figuur 12.3 is het verloop van de verticale verlichtingssterkte (E_v) als functie van afstand weergegeven zoals deze zijn berekend.



Figuur 12.3 Verticale verlichtingssterkte (Ev) als functie van afstand

De effecten in een natuurgebied kunnen worden uitgesloten bij een verlichtingssterkte (E_v) van 0,1 lux. Bij een gemiddelde verlichtingssterkte (E_m) van het terrein van 50 lux ligt de verticale verlichtingssterkte (E_v) van 0,1 lux op circa 100 meter van de terreingrens. Bij een E_m van 300 lux ligt de E_v van 0,1 lux op circa 200 meter. Op de gevels van de woningen geldt een norm van 1 tot 4 lux, afhankelijk van het gebiedstype. De E_v van 1 lux ligt tussen 50 en 100 meter van de terreingrens. Naar verwachting zal de maatgevende effectafstand door andere aspecten zoals geluid en externe veiligheid worden bepaald en niet door het aspect licht.

12.3.1 VERGELIJKING LANDSCHAPSTYPEN

Op basis van landschapstypen is geen onderscheidende beoordeling te maken voor het aspect licht. Dit komt, doordat de mate van het wel of niet voorkomen van een effect gerelateerd is aan de dichtheid van woningen of natuurgebieden in een landschapstype. Deze dichtheden zijn niet onderscheidend per landschapstype.

12.3.2 VERGELIJKING DEELGEBIEDEN

Er worden effecten op woningen voorzien als deze binnen 50-100 meter van een productielocatie gelegen zijn. Effecten op natuurgebieden zijn niet uit te sluiten binnen een afstand van 200 meter.
Doordat de referentiesituatie voor licht heel locatiespecifiek is en daarnaast geldt dat in Nederland over het algemeen daar waar weinig natuur voorkomt een dichtere bevolkingsdichtheid aanwezig is en visa versa, is er geen duidelijk onderscheid te maken tussen de effecten van licht in de verschillende deelgebieden. Op voorhand is derhalve het effect van licht als niet onderscheidend beoordeeld op het niveau van deelgebieden.

Deelgebied	Woningen
Alle deelgebieden	Effect op woningen als deze binnen 50-100 meter van een productielocatie gelegen zijn

Tabel 12.6 Effectbeoordeling licht voor woningen

Deelgebied	Natuur
Alle deelgebieden	Effect op natuur als deze binnen 200 meter van een productielocatie gelegen is

Tabel 12.7 Effectbeoordeling licht voor natuur

12.4 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

Er worden effecten op woningen voorzien als deze binnen 50-100 meter van een productielocatie gelegen zijn. Effecten op natuurgebieden zijn niet uit te sluiten binnen een afstand van 200 meter.

Dit betekent dat als de productielocatie of de gasbehandelingsinstallatie zich op korte afstand van de grens bevinden, er sprake kan zijn van een grensoverschrijdend effect. Als er een afstand van 200 meter of meer van de installaties tot de grens wordt aangehouden, zullen er geen relevante grensoverschrijdende effecten plaatsvinden.

12.5 CUMULATIE

In de voorbeeldwinning wordt uitgegaan van 13 productielocaties met ieder 10 putten. De werkzaamheden voor het boren van de putten per productielocatie zullen achter elkaar plaatsvinden. Er is dus geen sprake van de cumulatie van lichtintensiteit van de verschillende activiteiten op een productielocatie.

Als er in een deelgebied tegelijkertijd meerdere productielocaties in bedrijf zijn of ontwikkeld worden zal dit niet leiden tot cumulatie van lichtintensiteit. De gemiddelde dichtheid waarin productielocaties

(kunnen) voorkomen is circa 0,08 per vierkante kilometer. Dit betekent dat de productielocaties zich op een afstand van 3 tot 4 km afstand van elkaar zouden kunnen bevinden. Aangezien de contour voor effecten op woningen 50-100 meter is, en op natuurgebieden zo'n 200 meter wordt er geen cumulatie verwacht.

12.6 GEVOELIGHEIDSANALYSE

De toename van lichtintensiteit door de installaties is afhankelijk van de precies in te zetten installaties en de te treffen voorzieningen. Gezien de wijze waarop de effectbeoordeling heeft plaatsgevonden, heeft dit geen relevante invloed op de onderlinge vergelijking van de verschillende deelgebieden. Wel zullen eventuele voorzieningen (bijv. lichtkleur) de kans op inpasbaarheid op specifieke locaties vergroten.

12.7 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

Bij verdere planvorming kunnen een aantal randvoorwaarden gehanteerd worden om effecten te voorkomen of verder te reduceren.

Lichtuitstraling

Om de verlichtingssterkten ter plaatse van de woningen en natuurgebieden te reduceren wordt het volgende aanbevolen:

- Het maken van een gedetailleerd verlichtingsplan waarbij de posities van de lichtmasten nauwkeuriger zijn bepaald. In dit plan kunnen dan gebouwen, bomen en andere objecten worden meegenomen.
- Het toepassen van armaturen met een vlakke afscherming zodat lichthinder naar de omgeving beperkt blijft.
- De lichtmasten niet te hoog maken.
- De uitstraalrichting van de armaturen zoveel mogelijk van de woningen en natuurgebieden af positioneren.
- Het toepassen van ledverlichting behoort tot de mogelijkheden aangezien ledverlichting puntverlichting is en minder naar de omgeving straalt.
- Het achterwege laten van verlichting daar waar het kan en vervangen door passieve/actieve wegmarkeringen.

Lichtkleur

Uit onderzoek[33] blijkt dat vogels verstoord kunnen raken van bepaalde kleurenspectra in kunstlicht. De NAM heeft veel metingen rond de vogeltrek gedaan. In 2001 werd een experiment uitgevoerd op platform L5 voor de kust van Ameland. Tijdens de herfsttrek van 2003 werd op Ameland in drie maanden een onderzoek gehouden met lampen met kleurfilters. Het bleek dat vogels met name op het rode deel van het spectrum reageren en nauwelijks op groene en blauwe deel. 'Blauw licht' kwam uit de testen als een kleur, die het kompas van de vogels het minst zou verstoren. Bij deze kleur licht is werken echter niet veilig, omdat je daarin minder scherp ziet. Het groene licht zorgt voor een optimale veiligheid voor trekvogels. Nieuwe bevindingen wijzen erop dat deze resulaten mogelijk niet gelden voor andere fauna. Resultaten uit voornoemd, en ander onderzoek, komen in hoog tempo beschikbaar. Bij eventuele concrete projecten wordt aanbevolen om dit onderzoek mee te nemen.

---

[33] Zie de website van LichtOpNatuur http://www.lichtopnatuur.org/nl/

12.8 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

De lichtuitstraling naar de omgeving is afhankelijk van verschillende factoren. De lichtuitstraling is o.a. afhankelijk van het type lamp, de uitstralingsrichting, de intensiteit van de verlichting, de hoogte van de lichtmasten, de mate van afscherming van de lamp, de afscherming door objecten op het terrein e.d. Omdat in dit PlanMER een voorbeeldwinning wordt onderzocht, zal een mogelijk specifieke situatie die in het kader van een concreet initiatief wordt onderzocht (sterk) kunnen afwijken van wat nu is berekend. De berekende effectafstanden dienen te worden beschouwd als een grove indicatie. Deze effectafstanden kunnen voor een concreet plan groter of kleiner zijn. Naar verwachting zal lichthinder echter niet de bepalende effectafstand zijn.

13 Klimaat

Het hoofdstuk klimaat is qua opbouw en effectbepaling verschillend van de andere hoofdstukken. Dit komt omdat de lokale gevolgen van klimaatverandering door de voorbeeldwinning niet of nauwelijks bepaald kunnen worden. Klimaatverandering is een globaal, deels door de mens veroorzaakt, verschijnsel dat moeilijk te vertalen is naar effecten op landschapstypen of deelgebieden. Om die reden is in dit hoofdstuk na de inleiding een overzicht gegeven van de uitstoot van broeikasgassen in de voorbeeldwinning (13.2), is er een vergelijking met andere energiebronnen gemaakt en is er een vergelijking gemaakt tussen schaliegaswinning in de Verenigde Staten en Nederland (13.4). Het hoofdstuk is afgesloten met een conclusie (13.5).

Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:
- *Inleiding (paragraaf 13.1)*
- *Uitstoot bij winning schaliegas (paragraaf 13.2)*
- *Vergelijking met andere energiebronnen (paragraaf 13.3)*
- *Vergelijking schaliegas in Nederland met schaliegas in de VS (paragraaf 13.4)*
- *Conclusie (paragraaf 13.5)*

13.1 INLEIDING

Een aantal gassen in de atmosfeer, zoals kooldioxide (CO_2), waterdamp en methaan (CH_4) zorgen ervoor dat warmte van de zon wordt vastgehouden. De mens voegt, onder andere door verbranding van fossiele brandstoffen, extra van deze broeikasgassen in de atmosfeer. Dit zorgt voor het zogenaamde versterkte broeikaseffect, waardoor de aarde opwarmt. Dit heeft gevolgen voor het klimaat. Deze meest recente wetenschappelijke inschatting van de oorzaken en gevolgen van klimaatverandering zijn beschreven in het Fifth Assessment Report (AR5) van het IPCC (IPCC, 2014).

CO_2 komt onder andere vrij bij de verbranding van aardgas, kolen of olie. CH_4 komt onder andere vrij als gevolg van gaslekken en landbouw.

Methaan is een veel sterker broeikasgas, dat de warmte vele malen sterker vasthoudt dan CO_2. Om deze stoffen te vergelijken wordt methaan vaak uitgedrukt in CO_2-equivalenten door het zogenaamde Global Warming Potential. Over een periode van 100 jaar draagt methaan 25 keer sterker bij aan het broeikaseffect ten opzichte van CO_2. Omdat de halfwaardetijd van methaan in de atmosfeer ca. 15 jaar bedraagt waar deze voor CO_2 ca. 150 jaar bedraagt, neemt de mate van bijdrage van methaan aan het broeikaseffect af over de tijdspanne (CE Delft, 2012). Over een periode van 500 jaar draagt methaan 7,6 keer sterker bij aan het broeikaseffect ten opzichte van CO_2 (IPCC, 2014).

Relatie klimaat en transitie duurzame energie

Winning van schaliegas in Nederland kan effecten hebben op de energietransitie naar een duurzame, betaalbare en betrouwbare energievoorziening. Nederland bevindt zich in de beginfase van een transitie in zijn energievoorziening. De impact van schaliegaswinning op de transititie naar een duurzame energievoorziening is beschreven in de Verkenning van Maatschappelijke Effectent. Onderdeel van deze duurzame energievoorziening is een vermindering van uitstoot van broeikasgassen. In de Verkenning van Maatschappelijke Effecten zijn in verschillende scenario's de ontwikkeling van de energievoorziening tot 2050 beschreven. Deze scenario's hebben als uitgangspunt dat 80% tot

95% reductie van broeikasgassen in 2050 gerealiseerd wordt. Het Europese raamwerk voor klimaat en energiebeleid is erop gericht om in 2030 40% CO2-reductie te realiseren ten opzichte van het niveau in 1990. Deze target van 40% in 2030 is zodanig gesteld dat in 2050 het doel te realiseren is van minimaal 80% reductie. De finale vraag voor inzet van energiebesparing en hernieuwbaar is gebaseerd op de Impact Assessment van de Energy Roadmap 2050.

13.2 UITSTOOT BIJ WINNING SCHALIEGAS

Vanaf het moment dat een locatie klaargemaakt wordt voor schaliegasboringen tot aan het moment dat een productielocatie wordt verwijderd en putten worden afgedicht komen er broeikasgassen vrij.

CO_2 komt onder andere vrij bij verbranding van aardgas, kolen of olie (fossiele brandstoffen). Dit houdt in dat in alle fasen (Opsporen, boren, frack, winnen en verlaten) CO_2 vrijkomt als gevolg van inzet van vrachtverkeer, bouwmaterieel, de boorinstallatie en de pompen voor het fracken. Deze laatste twee (boorinstallatie en pompen voor het fracken) zijn maatgevend qua CO_2 emissies.
Schaliegas is in feite natuurlijk aardgas dat in schaliegesteentes zit en bestaat voor het overgrote deel uit methaan (CH_4). Hierdoor kunnen door lekken emissies plaatsvinden naar de atmosfeer. Deze emissies komen voornamelijk tijdens de boorfase en winningsfase voor. Deze emissies zijn vele malen kleiner (factor 11 tot 25) dan de CO_2 emissies (CE Delft, 2012), maar door het in de inleiding aangegeven grotere Global Warming Potential zeker relevant.

Om weglekken van extra emissies te voorkomen dienen de putten (door middel van cement) goed afgedicht te worden nadat de winning is afgerond.

In vergelijking met conventionele gaswinning is er een aantal verschillen:
- Er dienen meer putten geboord te worden, dit leidt tot extra CO_2 emissies als gevolg van boren;
- Na het boren dient er gefrackt te worden. Hiervoor worden pompen ingezet. Deze zorgen voor extra CO_2 emissies;
- Voor het fracken dient water aan- en afgevoerd te worden. Dit leidt tot extra CO_2 emissies. Ofwel door de aanleg van pijpleidingen, ofwel door de inzet van vrachtwagens voor watertransport.

Wanneer bij de opsporingsfase eventueel gas mee omhoog komt, wordt dit getest en afgefakkeld. Dit affakkelen kan gedurende korte periode voor verhoogde CO_2 en methaan emissies zorgen. Naar verwachting zal dit om beperkte hoeveelheden gas gaan en niet leiden tot noemenswaardige toenames.

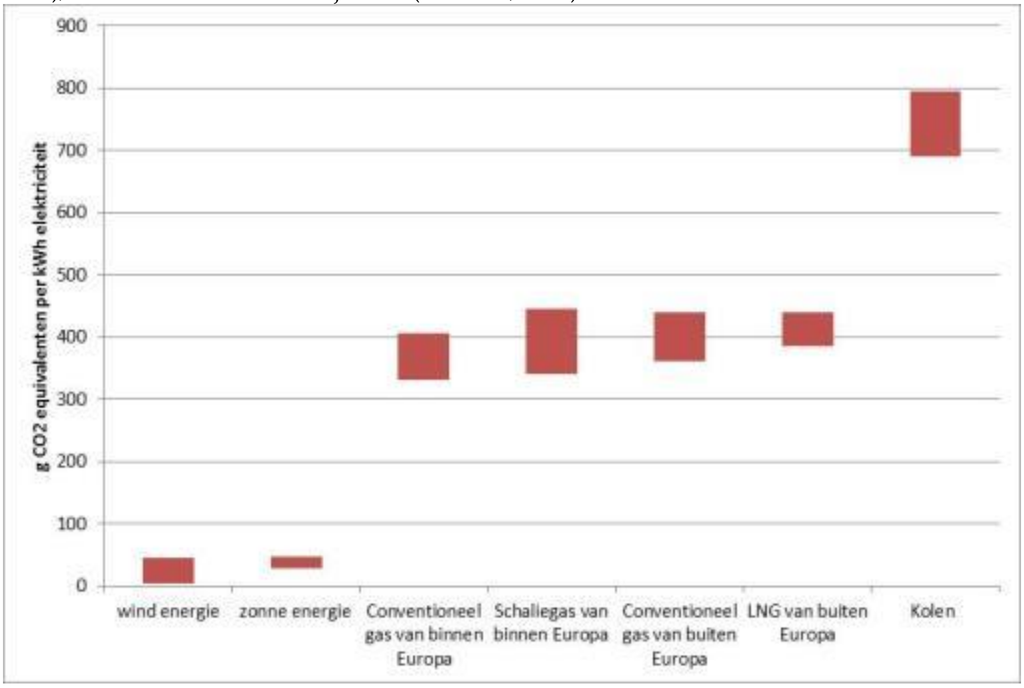
13.3 VERGELIJKING MET ANDERE ENERGIEBRONNEN

Voor een goede vergelijking van de effecten van verschillende energiebronnen voor elektriciteitsopwekking, dient de gehele levenscyclus beschouwd te worden. Het gaat hierbij om voorbereidende werkzaamheden (bijvoorbeeld aanleg infrastructuur of bouw gasbehandeling), de winning zelf en het transport naar de eindlocatie. Gas dat vanuit Rusland naar Nederland getransporteerd wordt, kost bijvoorbeeld meer energie (en dus emissies) dan gas dat van dichterbij hierheen getransporteerd wordt.

In onderstaande tabel is voor een aantal energiebronnen de methaan en kooldioxide emissies per kWh elektriciteit weergegeven, uitgedrukt in grammen CO_2 equivalenten per kWh. Hierbij is de gehele levenscyclus beschouwd.

Tevens is de bandbreedte aangegeven waarbinnen de emissies van de verschillende energiebronnen liggen. Deze bandbreedte houdt rekening met locatie/techniek specifieke verschillen in emissies (de exacte emissie per locatie of per in te zetten techniek kan net iets anders zijn). En de bandbreedte houdt rekening met toekomstige (verwachtte) ontwikkelingen in elektrisch rendement van gas en kolen centrales.

Het aantal CO_2 equivalenten per kWh loopt uiteen van minimaal 3 bij windenergie (EBN, 2011) (Dolan, 2012), tot maximaal circa 790 bij kolen (CE Delft, 2012).



Figuur 13.1 Uitstoot van verschillende vormen van elektriciteitsopwekking in gCO_2 equivalenten per kWh elektriciteit (EBN, 2011) (Dolan, 2012) (CE Delft, 2012)

Uit bovenstaande figuur blijkt dat groene energie vormen als windenergie en zonne-energie de minste belasting op het klimaat hebben per kWh elektriciteit. Kolen zijn verreweg het meest belastend qua uitstoot van broeikasgassen.

De verschillen tussen conventioneel-, schalie- en LNG gas van binnen of buiten Europa zijn qua CO_2 equivalenten per kWh elektriciteit beperkt. Hierbij geldt dat schaliegas van binnen Europa meer belastend is dan conventioneel gas van binnen Europa. Wordt conventioneel gas echter van buiten Europa gehaald, dan is de belasting van het klimaat gemiddeld groter dan bij schaliegas van binnen Europa. Bij LNG dat van buiten Europa hierheen wordt getransporteerd ligt de uitstoot aan broeikasgassen nog wat hoger. De cijfers met betrekking tot gas en kolen zijn afkomstig uit het CE Delft rapport "Climate impact of potential shale gas production in the EU", 2012. In deze cijfers is de opsporingsfase niet meegenomen.

13.4 VERGELIJKING SCHALIEGAS NEDERLAND MET SCHALIEGASWINNING IN DE VS

Voornamelijk met betrekking tot de omvang van lekverliezen van methaan is nog veel onduidelijkheid. Uit een aantal Amerikaanse studies blijkt dat er mogelijk grote onderschatting plaatsvindt van de methaan emissies die bij schaliegaswinning vrijkomen (Caulton et al., 2013). Ook uit een onderzoek van de NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) blijkt dat methaan lekken op een site in Denver erg groot zijn. De gevonden resultaten worden door anderen weer als niet representatief beschouwd, omdat

zij andere waarden vinden op andere sites, bijvoorbeeld door de Massachusetts Institute of Technology Energy Initiative in Cambridge (Tollefson, 2012).

In Nederland zullen deze hoge methaan emissies door lekken niet voorkomen, omdat o.a. het hanteren van open schaliegas bassins, zoals in Amerika (in een aantal staten) gebruikt, hier niet toegestaan is.
In Nederland worden de emissie-eisen voor “Installaties ten behoeve van de aardgas- en aardoliewinning” gegeven in de bijzondere regeling E11 van de Nederlandse Emissie Richtlijnen (Infomil, 2014). Deze regeling heeft betrekking op aardgas- en aardoliewinningsinstallaties met bijbehorende behandelingsprocessen. Voor de puntbronnen worden fakkel of andere dampvernietigingsinstallaties voorgeschreven, die de CH_4 emissie tot een minimum moeten beperken.

Er zijn meerdere belangrijke condities die in Amerika tot hoge emissies leiden, maar onder Nederlandse regelgeving wezenlijk anders zijn en zullen leiden tot minder lekverliezen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om (TNO, 2014):

- Pneumatisch aangedreven apparatuur: In Amerika is het de gewoonte de pneumatische apparatuur op gasdruk te bedrijven, in Nederland is dit niet het geval. Pneumatische apparatuur wordt hier door middel van luchtdruk bedreven. Hierdoor worden gas- emissies als gevolg van deze apparatuur volledig vermeden.
- Compressorpakkingsverliezen: In de Bijzondere Regelingen in de Nederlandse emissierichtlijn lucht zijn maatregelen voorgeschreven die binnen de conventionele gaswinning worden toegepast en verplicht zijn. Deze technieken zijn zonder meer ook van toepassing op schaliegaswinning.
- Verliezen gerelateerd aan het gasdistributienetwerk: Nederland beschikt over een dicht en goed gecontroleerd gasdistributienetwerk. Voor schaliegaswinning zullen dezelfde netwerken worden toegepast als voor conventionele winning. Deze infrastructuur is uitgebreider en beter dan in Amerika.
- Verlaten gasputten: In Amerika worden putten in sommige staten soms verlaten zonder of met minimale afsluiting. Ter illustratie, alleen al in New York State zijn er 3500 verlaten of inactieve gasputten die geboord en geëxploiteerd waren voordat de recente regelgeving omtrent putafsluiting van kracht werd (New York State Dept. of Environmental Conservation, 2012). In Nederland zijn in de Mijnbouwregeling regels voor het verlaten van putten opgenomen, die op schaliegasputten ook van toepassing zullen zijn.

Bovenstaande zaken illustreren dat de methaan emissies in Nederland lager zullen zijn dan emissies die in veel studies in Amerika worden gevonden. Toch zal er aandacht moeten zijn voor methaan emissies. Het belangrijkste daarbij is het zoveel mogelijk vermijden van afblazen van gas (venting) naar de atmosfeer tijdens boren en afsluiten van de put en daarnaast transport en fracken zo veel mogelijk in gesloten systeem te doen (green completion). Het vermijden van venting kan door afvang in tanks en hergebruik. Affakkelen kan als laatste maatregel ingezet worden om verdere methaanemissies te beperken.

13.5 CONCLUSIE

In zijn algemeenheid geldt dat in Nederland de verschillen tussen conventioneel-, Europees schalie- en LNG qua CO_2 equivalenten per kWh elektriciteit – en daarmee effecten op het klimaat – beperkt zijn. Duurzame energiesoorten zijn minder belastend voor het klimaat en kolen zijn het meest belastend.

14 Natuur

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het aspect natuur beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:
- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 14.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 14.2)*
- *Effectbeschrijving (paragraaf 14.3 t/m 14.7)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 14.8)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 14.9)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 14.10)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatiesprogramma (paragraaf 14.11)*

14.1 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

In deze paragraaf is een beknopte beschrijving van de kenmerken van de landschapstypen opgenomen. Basis voor deze paragraaf is de beschrijving van de landschapstypen in de NRD (Ministerie van Economische Zaken, 2014).

Voor het aspect beschermde en bedreigde soorten zijn de landschapstypen minder goed bruikbaar. De beschrijving van de landschapstypen wordt dan ook gedaan aan de hand van habitattypen en natuurtypen. Deze zijn wel goed bruikbaar: er is een sterk verband tussen de landschapstypen enerzijds en habitattypen/natuurtypen anderzijds. De indelingen van de habitattypen en natuurtypen hebben een sterke abiotische component en zijn daardoor goed aan de landschapstypen te koppelen.

Per landschapstype is beschreven welke Natura 2000-habitattypen of -subtypen en EHS-natuurtypen kenmerkend zijn. Hierbij is gekozen voor de meest kenmerkende typen; er wordt geen uitputtende lijst gegeven van habitattypen en natuurtypen die binnen een landschapstype voor kunnen komen. De reden hiervoor is dat dit PlanMER zich beperkt tot de hoofdlijnen en daarmee tot de meest waarschijnlijke en meest voorkomende gevallen. Lokaal kunnen altijd uitzonderlijke omstandigheden bestaan, met de aanwezigheid van een (sub)habitattype tot gevolg.

Soorten zijn niet beschreven voor de landschapstypen, omdat deze indeling, zoals eerder aangegeven, te weinig onderscheidend is als het gaat om soorten. Dit wordt in paragraaf 14.2.1 geïllustreerd. Er kan wel worden aangenomen dat de variëteit aan streng beschermde soorten in zandgebied en heuvelland het hoogst is - reptielen, amfibieën en planten zijn hier relatief sterk vertegenwoordigd -, in de overige landschapstypen zijn ook altijd meerdere soortgroepen met streng beschermde soorten vertegenwoordigd.

Habitattypen
De aanwezigheid van een habitattype wordt merendeels bepaald door de aanwezige vegetatie, die bestaat uit concrete voorbeelden van landelijk beschreven vegetatietypen, die weer bestaan uit (sub)associaties of rompgemeenschappen. Een vegetatie behoort tot een associatie indien de soortensamenstelling voldoende kenmerkende soorten omvat van de associatie. Een vegetatie kan echter ook dermate soortenarm zijn, dat de vegetatie alleen op het 'globale' niveau van een verbond of hoger kan worden gedetermineerd en niet op het niveau van een associatie (door afwezigheid van voldoende kenmerkende soorten). In dat geval is er sprake van een romp- (of derivaat)gemeenschap. De definitietabel van habitattypen omvat een limitatieve lijst van samenstellende vegetatietypen. Alle vegetatietypen die niet zijn opgenomen bij een bepaald habitat(sub)type behoren dus expliciet niet tot dat type. Verder worden goede of matige kwaliteit,

mozaïeksamenstellingen en dergelijke onderscheiden. De beschrijvingen van de Natura 2000-habitattypen zijn overgenomen van de Natura 2000-profieldocumenten (Ministerie van Economische Zaken, sd).

Natuurtypen
Natuurtypen hebben een 'grovere' definitie dan habitattypen. De indeling van natuurtypen is vooral gebaseerd op abiotische natuurcondities en minder op het (in een bepaalde mate) voorkomen van specifieke soorten en vegetatietypen. Natuurtypen kunnen worden gebruikt voor het afstemmen van afspraken over natuurbeheer, ruimtelijke ontwikkeling en milieu, zodat de nagestreefde natuurkwaliteit gerealiseerd kan worden. De beschrijvingen van de natuurtypen zijn overgenomen van de website voor het Portaal voor Natuur en Landschap (Portaal Natuur en Landschap, 2013).

Gebruik van habitattypen en natuurtypen voor beoordeling per landschapstype
De verschillen in de definities van habitattypen en natuurtypen maken dat het zinvol is om beide te hanteren waar het de effectbepaling en -beoordeling op landschapstypeniveau betreft. Habitattypen zijn te onderscheiden binnen de natuurtypen. Door de nauwere definitie komen habitattypen op minder plaatsen en minder grote oppervlakken voor dan de natuurtypen, terwijl beide iets over de gevoeligheid van de landschapstypen zeggen.

De gevoeligheid van de verschillende kenmerkende habitattypen en natuurtypen voor relevante storingsfactoren is, aan het eind van deze paragraaf, per landschapstype weergegeven. De gevoeligheden zijn beschreven voor stikstofdepositie c.q. verzuring en vermesting (Van Dobben, 2012) en verdroging. In paragraaf 14.3 is beschreven waarom vooral deze storingsfactoren relevant zijn in het kader van schaliegaswinning.

In paragraaf 14.1.1 tot en met 14.1.8 is de nadruk gelegd op de gevoeligheid van de relevante habitattypen en natuurtypen per landschapstype voor storingsfactoren. In Bijlage 9 zijn de habitattypen en natuurtypen nader toegelicht.

14.1.1 DROOGMAKERIJEN

Binnen dit landschapstype komt een aantal bedreigde habitattypen voor, zoals blauwgraslanden, overgangs- en trilvenen, meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, en kranswierwateren. Voor water- en moerasvogels is dit landschapstype van groot belang. Een goede waterkwaliteit is essentieel om de aanwezige natuurwaarden te behouden. Daarnaast zijn verschillende stadia (van open water tot bos) van belang voor de biodiversiteit van droogmakerijen.

Gevoeligheid voor storingsfactoren
De gevoeligheid van de habitattypen voor vermesting/verzuring en verdroging is opgenomen in Tabel 14.1. Daarnaast zijn alle genoemde habitattypen gevoelig voor ruimtebeslag en verontreiniging. Verder spelen optische verstoring en verstoring door geluid en licht een rol voor alle habitattypen omdat de kenmerkende dieren van de habitattypen hiervoor zijn aangemerkt als gevoelig. Ten slotte zijn ook alle kenmerkende dieren van de aanwezige habitattypen beoordeeld als gevoelig voor versnippering.

Landschapstype	Habitattypen	Natuurtypen	Gevoeligheid voor vermesting/ verzuring	Gevoeligheid voor verdroging
Droogmakerijen	Kranswierwateren	-	Gevoelig	Zeer gevoelig
	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	-	Baz*: Gevoelig Az**: Minder/niet gevoelig	Zeer gevoelig
	Blauwgraslanden	Vochtig hooiland Nat schraalland Vochtig weidevogel-grasland	Zeer gevoelig	Gevoelig
	Overgangs- en trilvenen	-	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	-	Wintergastenweide	Niet gevoelig	Gevoelig

Tabel 14.1 Gevoeligheid van kenmerkende habitattypen binnen het landschapstype droogmakerijen voor storingsfactoren. *Baz = Buiten afgesloten zeearmen, **Az = in afgesloten zeearmen.

14.1.2 HEUVELLAND

Het heuvellandschap bevat de kenmerkende habitattypen kalkturfbronnen, zinkweiden, pionierbegroeiingen op rotsbodem, kalkgraslanden, heischrale graslanden, veldbiesbeukenbossen, eiken-haagbeukenbossen, vochtige alluviale bossen en ruigten en zomen. Het landschap is ook van belang voor soorten zoals vleermuizen, vooral als overwinteringsgebied. Voor een aanzienlijk deel van de habitattypen zijn de watercondities van groot belang.

Gevoeligheid voor storingsfactoren

De gevoeligheid van de habitattypen voor vermesting/verzuring en verdroging is opgenomen in Tabel 14.2. Daarnaast zijn alle genoemde habitattypen gevoelig voor ruimtebeslag en verontreiniging. Verder spelen optische verstoring en verstoring door geluid en licht een rol voor alle habitattypen omdat de kenmerkende dieren van de habitattypen hiervoor zijn aangemerkt als gevoelig. Ten slotte zijn ook alle kenmerkende dieren van de aanwezige habitattypen beoordeeld als gevoelig voor versnippering.

Landschapstype	Habitattypen	Natuurtypen	Gevoeligheid voor vermesting/verzuring	Gevoeligheid voor verdroging
Heuvelland	Pionierbegroeiingen op rotsbodem	-	Gevoelig	Niet gevoelig
	Zinkweiden	-	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Kalkgraslanden	-	Gevoelig	Niet gevoelig
	Heischrale graslanden (droge kalkrijke variant)	Droog schraalland	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Ruigten en zomen (droge bosranden)	-	Gevoelig	Zeer gevoelig
	Kalktufbronnen	-	Mogelijk gevoelig	Zeer gevoelig
	Veldbiesbeukenbossen	-	Gevoelig	Niet gevoelig
	Eiken- haagbeukenbos (heuvelland)	Dennen-, eiken- en beukenbos Haagbeuken- en essenbos	Gevoelig	Niet gevoelig
	Beken en rivieren met waterplanten	-	Minder/niet gevoelig	Zeer gevoelig
	Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	-	Gevoelig	Zeer gevoelig

Tabel 14.2 Gevoeligheid van kenmerkende habitattypen binnen het landschapstype heuvelland voor storingsfactoren

14.1.3 VEENKOLONIËN

In het onontgonnen deel van het landschap komen onder andere hoogvenen, hoogveenbossen, vochtige heiden en zure vennen voor. Dit landschapstype is zeer afhankelijke van de hydrologische situatie waarbij zowel waterkwantiteit als –kwaliteit van groot belang is. Openheid van gebieden is daarnaast een belangrijk kenmerk. Doordat de habitats vaak erg voedselarm zijn, is er een grote gevoeligheid voor verzuring en vermesting. In de ontgonnen delen van het landschap zijn weinig bijzondere natuurwaarden.

Gevoeligheid voor storingsfactoren

De gevoeligheid van de habitattypen voor vermesting/verzuring en verdroging is opgenomen in Tabel 14.3. Daarnaast zijn alle genoemde habitattypen gevoelig voor ruimtebeslag en verontreiniging. Verder spelen optische verstoring en verstoring door geluid en licht een rol voor alle habitattypen omdat de kenmerkende dieren van de habitattypen hiervoor zijn aangemerkt als gevoelig. Ten slotte zijn ook alle kenmerkende dieren van de aanwezige habitattypen beoordeeld als gevoelig voor versnippering.

Landschapstype	Habitattype	Natuurtype	Gevoeligheid voor vermesting/verzuring	Gevoeligheid voor verdroging
Veenkoloniën	Actieve hoogvenen / Herstellende hoogvenen	Hoogveen	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Zure vennen	Zuur ven en hoogveenven	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Vochtige heiden	Vochtige heiden	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Hoogveenbossen	Hoogveen- en laagveenbos	Gevoelig	Zeer gevoelig

Tabel 14.3 Gevoeligheid van kenmerkende habitattypen binnen het landschapstype veenkoloniën voor storingsfactoren

14.1.4 KUSTZONE

In de kustzone komen verschillende habitattypen voor zoals grijze duinen, vochtige duinvalleien, droge duinbossen en duinheiden met kraaihei en struikhei. De natuurwaarden van dit landschapstype hangen samen met de dynamiek en verstuiving. Deze factoren zijn grotendeels verdwenen door het vastleggen van de kust, verzuring en vermesting en veranderingen in het landgebruik.

Gevoeligheid voor storingsfactoren

De gevoeligheid van de habitattypen voor vermesting/verzuring en verdroging is opgenomen in Tabel 14.4. Daarnaast zijn alle genoemde habitattypen gevoelig voor ruimtebeslag en verontreiniging. Verder spelen optische verstoring en verstoring door geluid en licht een rol voor alle habitattypen omdat de kenmerkende dieren van de habitattypen hiervoor zijn aangemerkt als gevoelig. Ten slotte zijn ook alle kenmerkende dieren van de aanwezige habitattypen beoordeeld als gevoelig voor versnippering.

Landschapstype	Habitattypen	Natuurtype	Gevoeligheid voor vermesting/verzuring	Gevoeligheid voor verdroging
Kustzone	Embryonale duinen	Strand en embryonaal duin	Gevoelig	Niet gevoelig
	Witte duinen	Open duin	Gevoelig	Niet gevoelig
	Grijze duinen	Open duin	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Duinheiden met kraaihei	Duinheide	Zeer gevoelig	Gevoelig
	Duinheiden met struikhei	Duinheide	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Duinbossen	-	Abe: Zeer gevoelig Ao: Gevoelig B: Gevoelig C: Gevoelig	Gevoelig
	Vochtige duinvalleien	Vochtige duinvallei	Aom: Zeer gevoelig Ae: Gevoelig B: Gevoelig C: Zeer gevoelig D: Minder/niet gevoelig	Zeer gevoelig
	Heischrale graslanden (droge kalkrijke variant)	Droog schraalland	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Blauwgraslanden	Nat schraalland	Zeer gevoelig	Gevoelig

Tabel 14.4 Gevoeligheid van kenmerkende habitattypen binnen het landschapstype kustzone voor storingsfactoren

14.1.5 LAAGVEENGEBIED

In het laagveenlandschap komt een aantal sterk onder druk staande habitattypen voor, zoals blauwgraslanden en overgangs- en trilvenen. Daarnaast is een aantal habitatrichtlijnsoorten aan het laagveen gebonden en voor vogels is het laagveenlandschap ook van groot belang. De natuurwaarden die voorkomen zijn nauw verbonden met de waterkwaliteit en kwantiteit van de gebieden. Daarnaast is ook de openheid van gebieden vaak een belangrijke factor. Laagveengebieden zijn van oorsprong voedselarm.

Gevoeligheid voor storingsfactoren

De gevoeligheid van de habitattypen voor vermesting/verzuring en verdroging is opgenomen in Tabel 14.5. Daarnaast zijn alle genoemde habitattypen gevoelig voor ruimtebeslag en verontreiniging. Verder spelen optische verstoring en verstoring door geluid en licht een rol voor alle habitattypen omdat de kenmerkende dieren van de habitattypen hiervoor zijn aangemerkt als gevoelig. Ten slotte zijn ook alle kenmerkende dieren van de aanwezige habitattypen beoordeeld als gevoelig voor versnippering.

Landschapstype	Habitattypen	Natuurtype	Gevoeligheid voor vermesting/verzuring	Gevoeligheid voor verdroging
Laagveengebied	Blauwgraslanden	Nat schraalland	Zeer gevoelig	Gevoelig
	Overgangs- en trilvenen	Veenmosrietland en moerasheide Trilveen	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Galigaanmoerassen	Zwakgebufferd ven	Gevoelig	Zeer gevoelig

Tabel 14.5 Gevoeligheid van kenmerkende habitattypen binnen het landschapstype laagveengebied voor storingsfactoren

14.1.6 RIVIERENGEBIED

Binnen het rivierengebied is een aantal habitattypen aanwezig, zoals zachthoutooibossen, droge hardhoutooibossen, stroomdalgraslanden en glanshaver- en vossenstaarthooilanden. Daarnaast is het gebied van belang voor diverse vissoorten en vele vogelsoorten, zowel in de zomer als in de winter.
De natuurwaarden binnen dit landschapstype zijn voornamelijk verbonden met de natuurlijke processen van de rivieren, zoals erosie en sedimentatie. De gebieden zijn van oorsprong zeer dynamisch met diverse successiestadia.

Gevoeligheid voor storingsfactoren
De gevoeligheid van de habitattypen voor vermesting/verzuring en verdroging is opgenomen in Tabel 14.6. Daarnaast zijn alle genoemde habitattypen gevoelig voor ruimtebeslag en verontreiniging. Verder spelen optische verstoring en verstoring door geluid en licht een rol voor alle habitattypen omdat de kenmerkende dieren van de habitattypen hiervoor zijn aangemerkt als gevoelig. Ten slotte zijn ook alle kenmerkende dieren van de aanwezige habitattypen beoordeeld als gevoelig voor versnippering.

Landschapstype	Habitattypen	Natuurtypen	Gevoeligheid voor vermesting/verzuring	Gevoeligheid voor verdroging
Rivierengebied	-	Rivier	Niet gevoelig	Niet gevoelig
	Stroomdalgraslanden	Vochtig hooiland	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Glanshaver- en vossenstaarthooilanden	Glanshaverhooiland	Gevoelig	Gevoelig
	Vochtige alluviale bossen (zachthoutooibossen)	Rivier- en beek-begeleidend bos	Minder/ niet gevoelig	Zeer gevoelig
	Droge hardhoutooibossen	Rivier- en beek-begeleidend bos	Gevoelig	Niet gevoelig

Tabel 14.6 Gevoeligheid van kenmerkende habitattypen binnen het landschapstype rivierengebied voor storingsfactoren

14.1.7 ZANDGEBIED

Binnen dit landschapstype vallen zowel hoogvenen, hogere zandgronden als beekdalen. Belangrijke habitattypen zijn zandverstuivingen en heiden, heischrale graslanden, blauwgraslanden, beken en rivieren met waterplanten, overgangs- en trilvenen, verschillende typen bossen, kalkmoerassen en hoogveen. Ook

voor diverse broedvogels is dit landschapstype van belang vanwege de zandige en (hei)schrale biotopen en de overgang naar bos. De huidige natuurwaarden, verbonden aan dit vaak voedselarme landschapstype, worden in sterke mate bepaald door de mate van verzuring en vermesting en de waterkwantiteit en -kwaliteit.

Gevoeligheid voor storingsfactoren

De gevoeligheid van de habitattypen voor vermesting/verzuring en verdroging is opgenomen in Tabel 14.7. Daarnaast zijn alle genoemde habitattypen gevoelig voor ruimtebeslag en verontreiniging. Verder spelen optische verstoring en verstoring door geluid en licht een rol voor alle habitattypen omdat de kenmerkende dieren van de habitattypen hiervoor zijn aangemerkt als gevoelig. Ten slotte zijn ook alle kenmerkende dieren van de aanwezige habitattypen beoordeeld als gevoelig voor versnippering.

Landschapstype	Habitattypen	Natuurtypen	Gevoeligheid voor vermesting/verzuring	Gevoeligheid voor verdroging
Zandgebied	Droge heide	Droge heide	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Stuifzandheiden met struikhei	Zandverstuiving	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Binnenlandse kraaiheibegroeiingen	Droge heide	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Zandverstuivingen	Zandverstuiving	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Zwak gebufferde vennen	Zuur ven en hoogveenven	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Zure vennen	Zuur ven en hoogveenven	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Beken en rivieren met waterplanten	Beek en bron	Minder/niet gevoelig	Zeer gevoelig
	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	Vochtige heide	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Heischrale graslanden	Droog schraalland	Zeer gevoelig	Niet gevoelig
	Blauwgraslanden	Nat schraalland	Zeer gevoelig	Gevoelig
	Actief hoogveen	Hoogveen	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Herstellend hoogveen	Hoogveen	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Overgangs- en trilvenen	Trilveen	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Kalkmoerassen	-	Zeer gevoelig	Zeer gevoelig
	Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)	Dennen-, eiken- en beukenbos	Gevoelig	Niet gevoelig
	Hoogveenbossen	Hoogveen- en laagveenbos	Gevoelig	Zeer gevoelig
	Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	Rivier- en beekbegeleidend bos	Gevoelig	Zeer gevoelig

Tabel 14.7 Gevoeligheid van kenmerkende habitattypen binnen het landschapstype zandgebied voor storingsfactoren

14.1.8 ZEEKLEIGEBIED

In het landschapstype zeekleigebied komen onder andere zilte pionierbegroeiingen, schoren en zilte graslanden en ruigten en zomen voor. Er zijn weinig habitattypen en soorten exclusief gebonden aan dit landschap maar het vormt wel een belangrijke schakel voor planten en dieren. Openheid is een belangrijk kenmerk van deze gebieden waarbij de waterkwantiteit en -dynamiek een belangrijke invloed hebben op de natuurwaarden.

Gevoeligheid voor storingsfactoren
De gevoeligheid van de habitattypen voor vermesting/verzuring en verdroging is opgenomen in Tabel 14.8. Daarnaast zijn alle genoemde habitattypen gevoelig voor ruimtebeslag en verontreiniging. Verder spelen optische verstoring en verstoring door geluid en licht een rol voor alle habitattypen omdat de kenmerkende dieren van de habitattypen hiervoor zijn aangemerkt als gevoelig. Ten slotte zijn ook alle kenmerkende dieren van de aanwezige habitattypen beoordeeld als gevoelig voor versnippering.

Landschapstype	Habitattypen	Natuurtypen	Gevoeligheid voor vermesting/verzuring	Gevoeligheid voor verdroging
Zeekleigebied	Zilte pionierbegroeiingen	Schor of kwelder	Gevoelig	Gevoelig
	Schoren en zilte graslanden (buitendijks en binnendijks)	Schor of kwelder Zilt- en overstromingsgrasland	Gevoelig	Gevoelig
	Ruigte en zomen (harig wilgenroosje)	-	Minder/niet gevoelig	Gevoelig
	-	Bloemdijk	Gevoelig	Gevoelig

Tabel 14.8 Gevoeligheid van kenmerkende habitattypen binnen het landschapstype zeekleigebied voor storingsfactoren

14.2 TOETSINGSKADER

14.2.1 BELEIDSKADER

Voor het aspect natuur vormen de beschermde en bijzondere natuurwaarden het toetsingskader. Binnen dit toetsingskader vormen de mogelijke negatieve effecten als gevolg van storingsfactoren de beoordelingscriteria. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Aantasting beschermde gebieden met status Natura 2000 of Beschermd Natuurmonument (BN)
- Aantasting beschermde gebieden met status EHS
- Aantasting leefgebied beschermde en bedreigde soorten

Het toetsingskader dat gehanteerd wordt, is gebaseerd op de natuurwet- en regelgeving en is in het navolgende toegelicht.

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
Europees beleid		
Vogel- en Habitatrichtlijn (Natura 2000)	Deze richtlijnen richten zich op het behoud en de bescherming respectievelijk van vogels en habitattypen (inclusief kenmerkende en bijzondere soorten). De richtlijnen zijn in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd in de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en Faunawet. Dit maakt een rechtstreekse toets aan deze richtlijnen overbodig.	Beoordeling via Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet.
Rijksbeleid		
Natuurbeschermingswet 1998	In Nederland hebben veel natuurgebieden een beschermde status onder de Natuurbeschermingswet 1998 gekregen, waarbij twee categorieën worden onderscheiden: Natura 2000-gebieden en Beschermde Natuurmonumenten. De essentie van het beschermingsregime voor Natura 2000-gebieden is dat instandhoudingsdoelen niet in gevaar mogen worden gebracht. De status Beschermd Natuurmonument betekent dat het zonder vergunning verboden is om handelingen te verrichten die schadelijk kunnen zijn voor het natuurschoon, voor de natuurwetenschappelijke betekenis of voor dieren en planten in dat gebied.	Beoordeling, op het niveau van landschapstypen, van het risico op het mogelijk in gevaar brengen van instandhoudingsdoelen e.d. en indien nodig formuleren van aandachtspunten. Op het abstractieniveau van dit PlanMER is een nauwgezette toetsing aan de instandhoudingsdoelen e.d. niet mogelijk, wel wordt het risico op significante effecten waar mogelijk gespecificeerd.
Flora- en faunawet (FF-wet)	De FF-wet is gericht op de bescherming van in het wild voorkomende planten en dieren. Er zijn categorieën met verschillende beschermingsregimes. Bij overtreding van verbodsbepalingen kunnen ontheffingen en mitigerende en/of compenserende maatregelen nodig zijn.	Op het abstractieniveau van dit PlanMER is een toetsing op het niveau van verbodsbepalingen van de FF-wet niet mogelijk, wel worden de scenario's aan de hand van het FF-wet stappenschema behandeld.
Rode Lijst (RL)	De Rode Lijst geeft een overzicht van bedreigde en zeldzame soorten en heeft een signaleringsfunctie, maar geen juridische status.	Op het abstractieniveau van dit PlanMER is een toetsing op het niveau van soorten van de RL niet mogelijk.

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
Wet ruimtelijke ordening (Wro)	De Wro is het wettelijk kader voor ruimtelijke inrichting, zoals verwoord in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR). Op grond van de Wro worden door provincies structuurvisies opgesteld waarin het provinciaal ruimtelijke beleid is neergelegd. Door middel van provinciale verordeningen kunnen provincies dit beleid doorvertalen in regels voor gemeentelijke bestemmingsplannen.	Zie Provinciale ruimtelijke verordeningen.
Provinciaal / regionaal beleid		
Provinciale ruimtelijke verordeningen (Prv's)	De regels in de Provinciale ruimtelijke verordeningen vloeien voort uit de landelijke EHS-regels. De EHS is aangewezen als nationaal ruimtelijk belang in de SVIR. In het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) is het beleidskader voor de EHS opgenomen, dat door provincies in provinciale verordeningen nader dient te worden uitgewerkt in regels voor gemeentelijke bestemmingsplannen	Op het abstractieniveau van dit PlanMER is een toetsing op het niveau van Prv's niet mogelijk, wel worden mogelijke scenario's behandeld en wordt het risico op het 'raken' van de EHS globaal behandeld.

Tabel 14.9 Relevant beleidskader

Natuurbeschermingswet 1998 (Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn, Natura 2000 en Beschermde Natuurmonumenten)

Voor de bescherming van de Europese biodiversiteit moeten de EU-lidstaten gezamenlijk gebieden aanwijzen, die een Europees ecologisch netwerk (Natura 2000) gaan vormen. De Speciale Beschermingszones die op grond van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn zijn of worden aangewezen, vallen hier onder. Het Nederlandse wettelijke kader voor de aanwijzing en bescherming van Natura 2000 gebieden is de Natuurbeschermingswet 1998, waarin beide richtlijnen zijn opgenomen.
Bij de bescherming van Natura 2000-gebieden staan de 'instandhoudingsdoelstellingen' (beschermde habitattypen en soorten) centraal. De Natuurbeschermingswet 1998 biedt verschillende instrumenten om de instandhoudingsdoelstellingen te realiseren:

- Het treffen van instandhoudingsmaatregelen.
- Het treffen van passende maatregelen om te voorkomen dat de kwaliteit van habitats verslechtert.
- Beoordelingsplicht voor plannen en projecten die mogelijk (significante) gevolgen hebben voor beschermde natuurgebieden. Voor projecten en andere handelingen geldt daartoe een vergunningplicht.

Programmatische Aanpak Stikstof

De Natuurbeschermingswet 1998 bepaalt dat nieuwe economische activiteiten (of uitbreiding van bestaande) in en rond Natura 2000-gebieden moeten worden getoetst op hun effect op de natuur. De effecten van stikstof zijn een

belangrijk aspect. Weliswaar daalt de stikstofdepositie op landelijk niveau nog steeds, maar voor individuele gevallen kan vaak niet worden aangetoond dat ze geen significante negatieve gevolgen hebben voor de natuur. Met de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) wordt getracht de moeizame vergunningverlening vlot te trekken door de doelen van Natura 2000 zeker te stellen via een blijvende daling van stikstofdepositie en het uitvoeren van ecologische herstelmaatregelen. Een deel van de daling mag worden gebruikt voor nieuwe economische activiteiten, de zogenoemde ontwikkelingsruimte. Hoe deze ontwikkelingsruimte wordt ingevuld en welke ontwikkelingen hier gebruik van mogen maken is aangegeven via de verdeling van de depositieruimte. Depositieruimte wordt per PAS-gebied op hectareniveau vastgesteld en toegedeeld. Voor alle PAS-gebieden zijn daartoe gebiedsanalyses gemaakt. Voor een gebiedsanalyse is met het rekeninstrument AERIUS de potentiële depositieruimte berekend, gebaseerd op de verwachte daling van de stikstofdepositie. […] De ontwikkelingsruimte wordt steeds voor een periode van zes jaar vastgesteld. De depositieruimte is alle ruimte die beschikbaar is voor economische ontwikkelingen. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen projecten en handelingen die niet toestemmingsplichtig zijn en projecten waarvoor wel een vergunning vereist is. De eerste categorie bestaat uit autonome ontwikkelingen, zoals zoals toename van bevolking of wegverkeer, en uit projecten die maximaal 1 mol per hectare per jaar stikstofdepositie in een Natura 2000-gebied veroorzaken. […]. De tweede categorie activiteiten valt uiteen in prioritaire projecten (segment 1) en overige projecten en handelingen (segment 2). Prioritaire projecten zijn door het Rijk of de provincies aangemerkt als projecten van nationaal of provinciaal maatschappelijk belang. De verdeling van de depositieruimte over de vier delen is een bestuurlijke keuze van Rijk en provincies.



Een eventuele schaliegaswinning is niet opgenomen op de lijst met prioritaire projecten en zal dus wat stikstofdepositie betreft moeten vallen onder de grenswaarde of moeten passen binnen de vrije ontwikkelingsruimte. Na voorhang en vaststelling door de Tweede Kamer treedt de PAS in werking (planning medio 2015). *Bron: http://pas.natura2000.nl*

Er zijn Natura 2000-kernopgaven geïdentificeerd, deze zijn opgenomen in Bijlage 8. Bij de effectbeschrijving op landschaptypeniveau wordt ingegaan op de mogelijke negatieve beïnvloeding van de realisatie van deze kernopgaven. In de Passende Beoordeling (Bijlage 8) is deze analyse voor wat betreft stikstofdepositie, het verst reikende effect, ook opgenomen.

Aantasting beschermde gebieden met status Natura 2000 of Beschermd Natuurmonument
Natura 2000 is het Europese netwerk van in het kader van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn beschermde gebieden (Figuur 14.1). De bescherming van deze gebieden is in Nederland geregeld in de Natuurbeschermingswet. De Natuurbeschermingswet regelt ook de bescherming van Beschermde Natuurmonumenten (BN-gebieden). Veel BN-gebieden zijn op zichzelf staande beschermde gebieden. Een aantal BN-gebieden valt ruimtelijk samen met Natura 2000-gebieden. Van deze gebieden vervalt bij aanwijzing als Natura 2000-gebied de status van BN.

Het karakter van Natura 2000-gebieden kan beïnvloed worden door schaliegaswinning. Indien de natuurlijke kenmerken worden aangetast, dient overwogen te worden of een vergunning kan worden afgegeven. Hierbij moet een aantal vragen beantwoord worden, de ADC criteria[34]. De eerste vraag is of er alternatieven aanwezig zijn. Indien deze vraag met ja wordt beantwoord, kan geen vergunning worden verleend. Omdat significante effecten op voorhand lastig uit te sluiten zijn, en er voldoende alternatieven voorhanden zijn, wordt vergunningverlening voor het winnen van schaliegas in een Natura 2000-gebied onrealistisch geacht. Natura 2000-gebieden worden daarom op voorhand uitgesloten als locatie voor het realiseren van een proefboring of het plaatsen van een bovengrondse installatie - dit is inclusief de aanleg van (transport)leidingen en (tijdelijke) toegangswegen - ten behoeve van de winning van schaliegas.

Via externe werking kunnen echter wel effecten optreden op deze gebieden. Externe werking treedt op wanneer er, ongeacht de locatie, een effectgebied ontstaat als gevolg van het optreden van ruimtelijke overlap tussen een invloedsgebied van een instandhoudingsdoelstelling (IHD) en een invloedsgebied van een activiteit die plaatsvindt buiten een Natura 2000-gebied en waarvoor de IHD gevoelig is (Steunpunt Natura 2000, 2010).

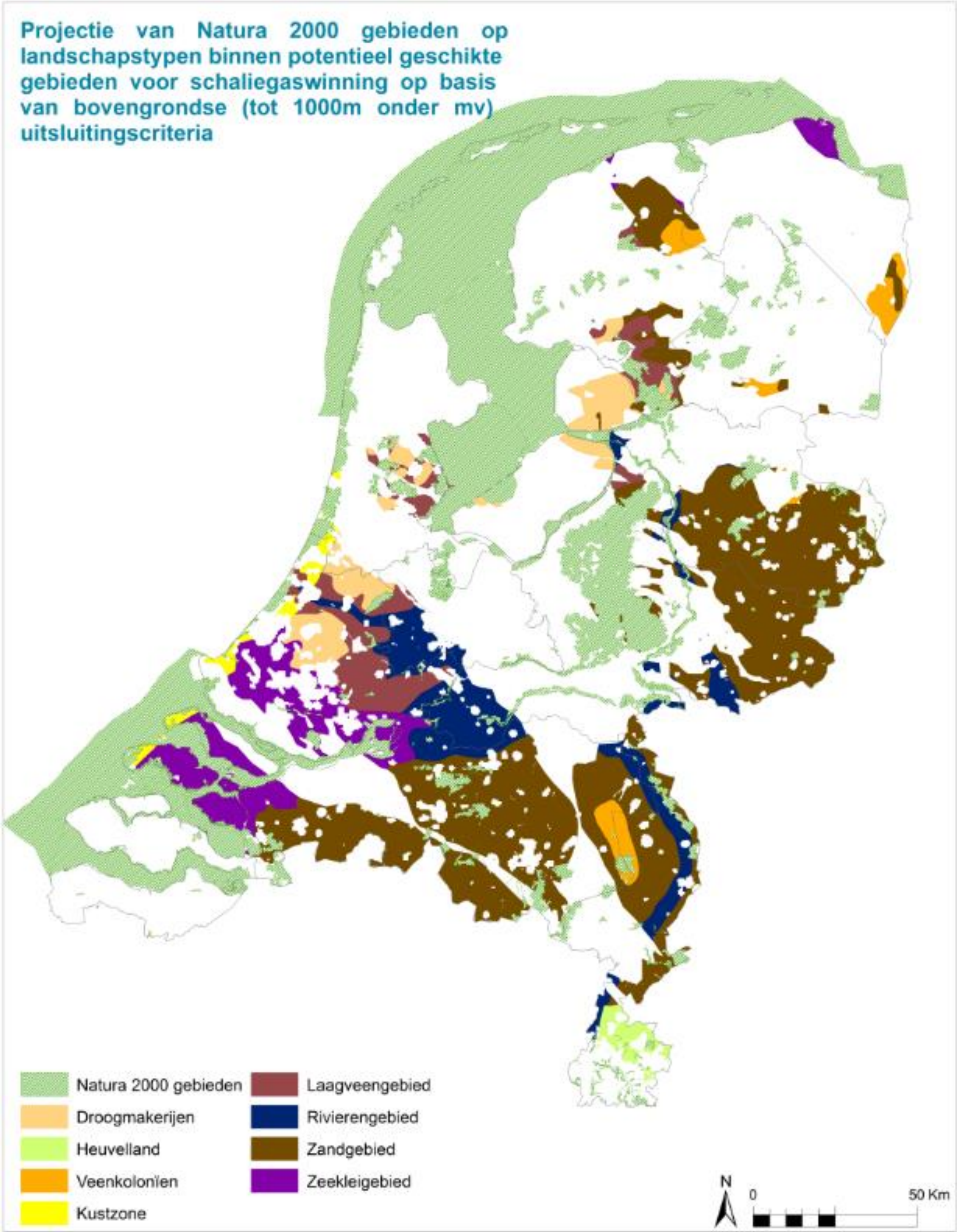
Gezien de overlap met Natura 2000-gebieden, geldt voor veel (voormalige) BN-gebieden dezelfde redenering ten aanzien van de winning van schaliegas binnen het gebied. Ruimtebeslag treedt daarmee niet op in deze gebieden. Er is echter een aantal op zichzelf staande BN-gebieden die niet op voorhand uitgesloten zijn van ruimtebeslag. Het betreft in oppervlakte relatief kleine gebieden die verspreid op enkele plekken binnen de potentiële wingebieden liggen (Figuur 14.2). In de NRD zijn Beschermde Natuurmonumenten niet op voorhand uitgesloten als locatie voor schaliegaswinning. Hoewel een toestemming voor schaliegaswinning in deze gebieden als lastig wordt gezien, kan dit niet op voorhand uitgesloten worden, aangezien de bescherming van deze gebieden minder strikt is dan die van Natura 2000-gebieden. Het lijkt echter onwaarschijnlijk dat deze als winlocatie in aanmerking komen en dat een vergunning wordt afgegeven.

Op het detailniveau van dit PlanMER is het niet mogelijk in te gaan op specifieke instandhoudingsdoelen van individuele Natura 2000-gebieden. Om effecten op Natura 2000-gebieden en Beschermde Natuurmonumenten te kunnen beoordelen op het niveau van het planMER wordt de onderverdeling naar landschapstypen gehanteerd. De beschrijvingen van de landschapstypen - en bijbehorende habitattypen - hebben in beginsel zowel op Natura 2000-gebieden als Beschermde Natuurmonumenten betrekking. Voor Natura 2000 zijn kernopgaven geïdentificeerd; deze zijn opgenomen in Bijlage 8. Bij de effectbeschrijving wordt ingegaan op de gevoeligheid van habitattypen en de daardoor mogelijk optredende effecten en de mogelijke negatieve beïnvloeding van de realisatie van kernopgaven.

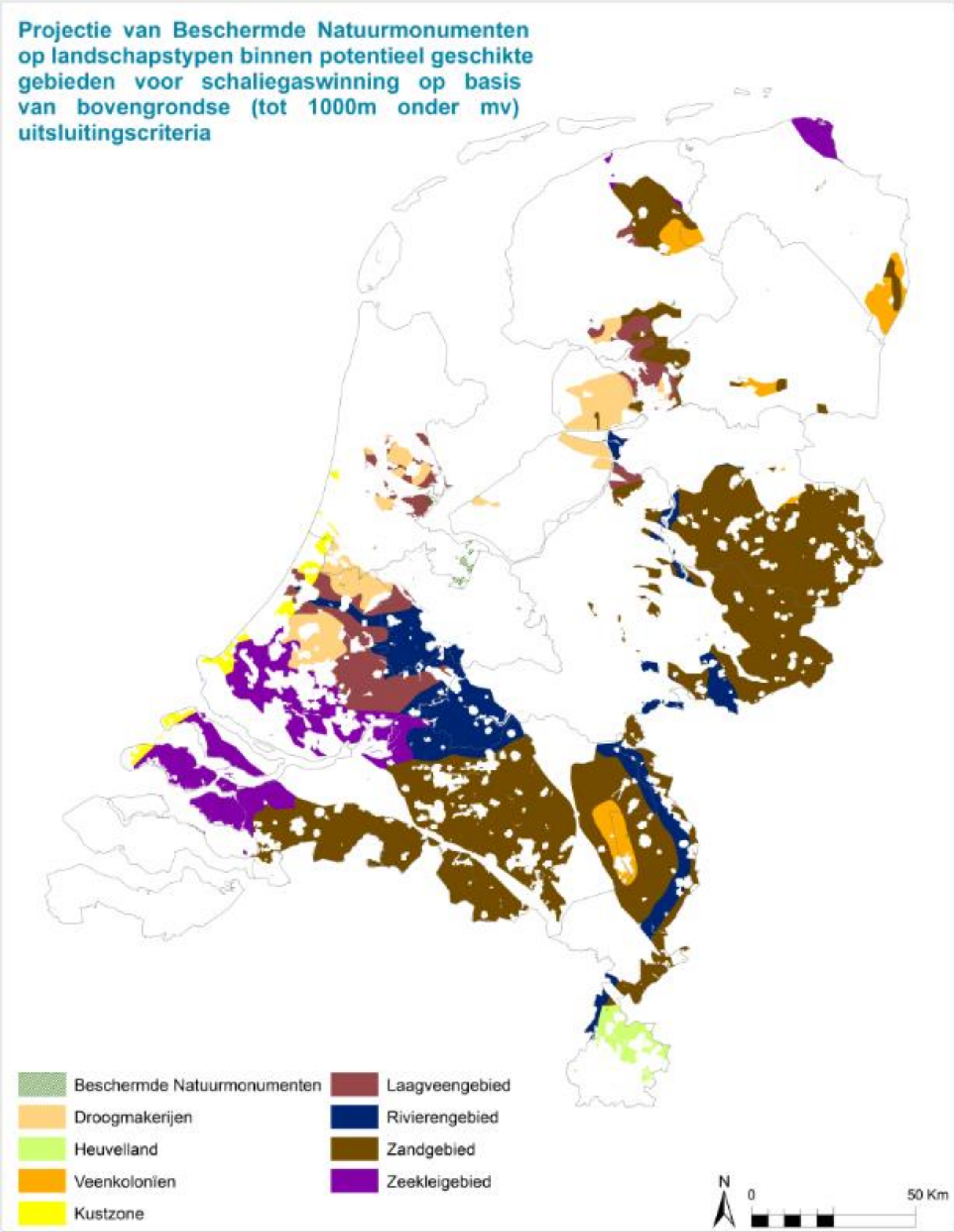
---

[34] ADC-criteria: De criteria geven aan dat bij mogelijke significante gevolgen alleen vergunning verleend kan worden wanneer aan alle volgende criteria wordt voldaan: A) het ontbreken van alternatieve oplossingen; D) dwingende redenen van groot openbaar belang; C) met het voorschrift verbonden aan de vergunning dat de initiatiefnemer compenserende maatregelen vooraf en tijdig treft.

Zie voor de beschrijving van de landschapstypen paragraaf 14.1.



Figuur 14.1 Natura 2000-gebieden in relatie tot de landschapstypen binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond. Bron Natura 2000 kaart (Regiegroep Natura 2000, 2015)



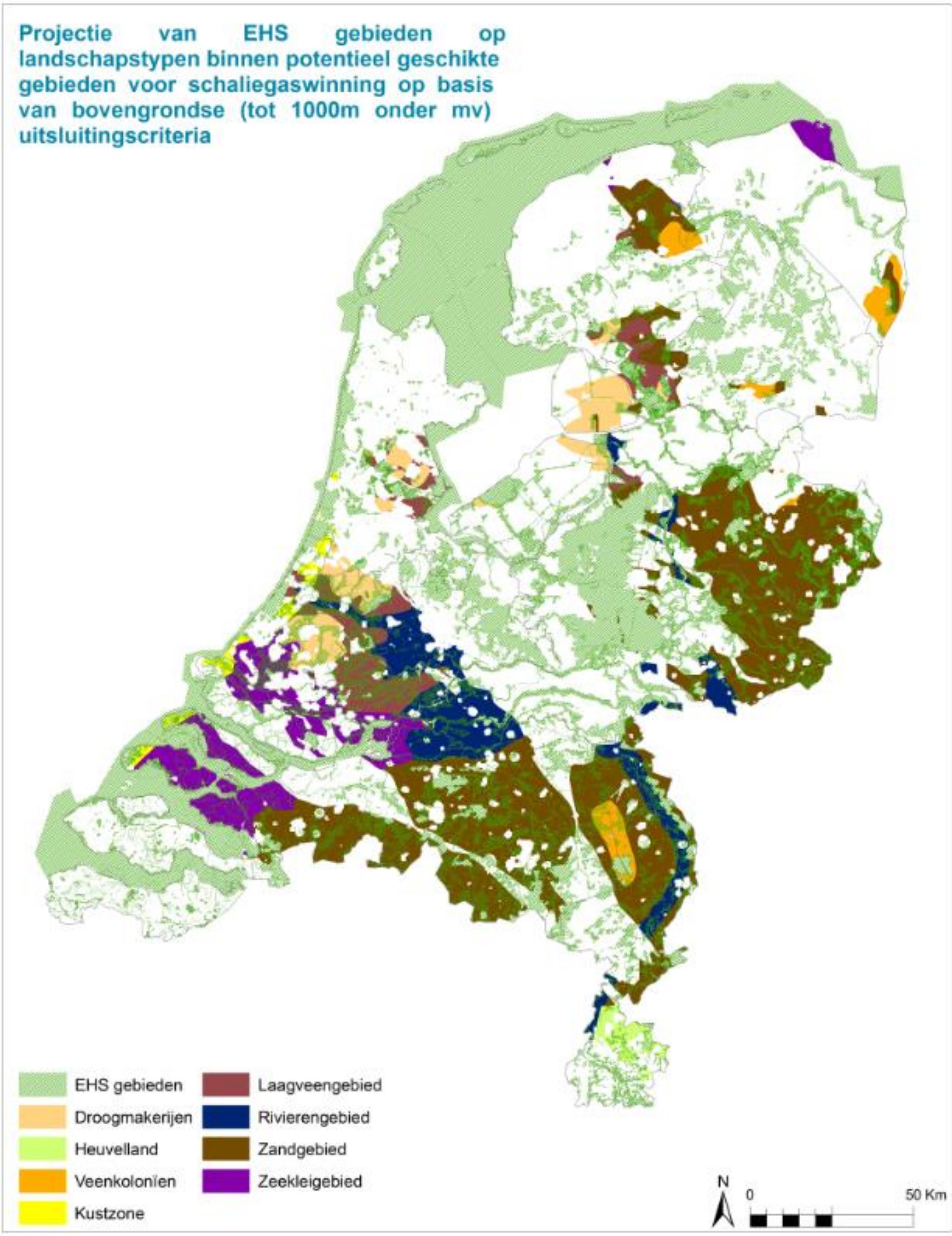
Figuur 14.2 Beschermde Natuurmonumenten in relatie tot de landschapstypen binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond. Bron Beschermde Natuurmonumenten kaart (Rijksoverheid, 2015)

Ecologische Hoofdstructuur (Wro, Prv's)

Om de natuur in Nederland tot een goed functionerend ecologisch netwerk te maken, wordt de EHS begrensd en aangelegd, als netwerk van bestaande en nieuwe natuur. Dit netwerk bestaat uit verbindingszones en beschermde reservaten en Natura 2000-gebieden. Het doel van de EHS is het vergroten en verbinden van natuurgebieden. Door deze verbindingen vindt uitwisseling plaats van

planten en dieren tussen gebieden. De EHS is begrensd en planologisch vastgelegd. Het beschermingsregime is onder de Wet Ruimtelijke Ordening vastgelegd in het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011) en werkt via provinciale verordeningen door in gemeentelijke bestemmingsplannen. Ruimtelijke ingrepen die leiden tot een significante aantasting van de wezenlijke waarden en kenmerken zijn niet toegestaan. Het nee, tenzij-regime laat alleen onder bepaalde voorwaarden ontwikkelingen toe. Het Rijk heeft in samenwerking met de provincies het beleidskader Spelregels EHS uitgewerkt. Het Rijk heeft de provincies gevraagd de inhoud van de Spelregels EHS, waaronder saldobenadering, te laten doorwerken in het provinciaal ruimtelijk beleid.

Aantasting beschermde gebieden met status EHS
De beschrijving van landschapstypen en bijbehorende natuurtypen heeft betrekking op de wezenlijke kenmerken en waarden van beschermde gebieden met status EHS. Eventuele aantasting van EHS-gebieden wordt zodoende meegenomen in de beoordeling per landschapstype via de EHS-natuurtypen. De beschermde status van EHS-gebieden betreft voornamelijk een planologische bescherming, die zeer locatiespecifiek is en waarbij externe werking niet getoetst wordt. De PlanMER-toetsing op het niveau van landschapstypen is niet onderscheidend voor individuele EHS-gebieden met specifieke wezenlijke kenmerken en waarden, waar het verlies van oppervlakte betreft. Via de natuurtypen worden de wezenlijke kenmerken en waarden echter wel meegewogen. In paragraaf 14.2.3.1 wordt voorafgaand aan de vergelijking op landschapstypeniveau een kwalitatieve beschrijving gegeven van scenario's en te doorlopen stappen bij een concrete winning.



Figuur 14.3 Ecologische Hoofdstructuur (EHS) in relatie tot de landschapstypen binnen de gebieden met potentieel schaliegashoudende lagen in de ondergrond. Bron EHS-kaart (Provinciaal Georegister, 2015)

Beschermde en bedreigde soorten

Flora- en faunawet

De Flora- en faunawet regelt de bescherming van in het wild voorkomende planten en dieren. In de Flora- en faunawet zijn de soortbeschermingsbepalingen uit de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn geïmplementeerd. In de wet is onder meer bepaald dat beschermde dieren niet gedood, gevangen of

verontrust mogen worden en beschermde planten niet geplukt, uitgestoken of verzameld mogen worden (algemene verbodsbepalingen, artikelen 8 t/m 12). Bovendien dient iedereen voldoende zorg in acht te nemen voor alle in het wild levende planten en dieren (algemene zorgplicht, artikel 2). Daarnaast is het niet toegestaan om de directe leefomgeving van soorten, waaronder nesten en holen, te beschadigen, te vernielen of te verstoren. Voor diverse soorten (bijvoorbeeld das, vleermuizen en broedvogels met jaarrond beschermde nesten) geldt ook dat het functioneel leefgebied en/of nesten (jaarrond) beschermd zijn.

Rode Lijst
De Rode Lijst geeft een overzicht van soorten die uit Nederland verdwenen zijn of dreigen te verdwijnen en soorten die sterk achteruit gaan of zeldzaam zijn. De Rode Lijst heeft een signaleringsfunctie en geen juridische status. Plaatsing op de lijst betekent daarom niet automatisch dat de soort is beschermd. Daarvoor is opname van de soort onder de Flora- en faunawet nodig.

Aantasting leefgebied beschermde en bedreigde soorten
De landschapstypen en bijbehorende habitattypen geven in beginsel veel informatie over de mogelijk aanwezige beschermde en bedreigde soorten. Op het abstractieniveau van dit PlanMER is echter niet aan te geven waar binnen een landschapstype deze beschermde soorten voorkomen. De bever is bijvoorbeeld typisch een soort van het rivierengebied, maar burchten en leefgebieden komen verspreid en bovendien niet overal binnen het rivierengebied voor. Op voorhand is dus niet te voorspellen of door het uitvoeren van werkzaamheden binnen het rivierengebied een verblijfplaats of essentieel leefgebied geraakt wordt. Bovendien zijn er vaak uitzonderingen op de regel. De typische ‘rivierensoort’ bever komt namelijk ook voor in de provincie Flevoland dat getypeerd kan worden als droogmakerij. In de droogmakerijen van Noord-Holland komt de soort echter helemaal niet voor. Voor een soort als bever, die sterk gebonden is aan bepaalde omgevingsfactoren, is het dus al lastig om een eenduidig beeld te vormen. Voor de meeste andere beschermde en bedreigde soorten is dit beeld nog diffuser. Gevolg is dat een planMER-toetsing op het niveau van landschapstypen niet onderscheidend zal zijn voor beschermde en bedreigde soorten: in elk van de landschapstypen komen streng beschermde en/of bedreigde soorten voor. Daarom wordt voor beschermde en bedreigde soorten binnen het PlanMER enkel geduid welke stappen er plaats moeten vinden voor een concrete winning en vindt er geen effectbepaling en -beoordeling op landschapstypeniveau plaats. Effecten door ruimtebeslag, verstoring, verdroging, versnippering en verzuring/vermesting kunnen doorwerken op beschermde en bedreigde soorten en daarmee potentieel afbreuk doen aan de gunstige staat van instandhouding, maar dit is zoals aangegeven sterk locatie-afhankelijk. Met de potentiële afbreuk aan de gunstige staat van instandhouding zal rekening gehouden moeten worden bij een projectspecifieke toetsing.

14.2.2 BEOORDELINGSKADER

De effectbeoordeling op landschapstypenniveau gebeurt voor het aspect natuur aan de hand van storingsfactoren. De beoordelingscriteria, te weten de mogelijke effecten op habitattypen (Natura 2000 en Beschermde Natuurmonumenten), natuurtypen (Ecologische Hoofdstructuur) en beschermde en bedreigde soorten, worden behandeld aan de hand van de volgende storingsfactoren:
- Ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)
- Verstoring
- Verdroging
- Versnippering
- Stikstofdepositie (verzuring/vermesting)

Verontreiniging is een storingsfactor die bij normaal gebruik niet optreedt en enkel in het geval van calamiteiten van belang is (zie tekstkader hieronder). Overige storingsfactoren, zoals verzilting/verzoeting (locaties met zilte bodem c.q. zout (grond)water zijn ongeschikt als waterbron: zie hoofdstuk 5) en verandering stroomsnelheid (de waterbehoefte is van zodanige omvang dat dit geen merkbare gevolgen heeft voor waterstand, debiet, etc.: zie hoofdstuk 4) worden niet van belang geacht voor het PlanMER. Deze storingsfactoren kunnen alleen onder heel specifieke omstandigheden optreden.
De fases/werkzaamheden waarbij de bovengenoemde storingsfactoren kunnen optreden zijn in Tabel 14.10 weergegeven.

Verontreiniging

Tijdens de boringen en bij het fracken worden verschillende boorvloeistoffen en –chemicaliën gebruikt. Tevens worden er verschillende afvalstoffen geproduceerd. Wanneer zich ongewenste *spills* voordoen kan dit leiden tot verontreiniging van het milieu. Dit wordt gezien als calamiteit. De inrichting moet voldoen aan de Nederlandse Richtlijn Bodembeschermende voorzieningen (NRB). Het ontwerp van de inrichting en de bedrijfsvoering met betrekking tot schaliegaswinning zijn erop gericht om bodemverontreiniging te voorkomen, met behulp van onder meer de volgende maatregelen:
De gehele locatie is voorzien van een vloeistofkerende verharding. Op de locatie zijn milieugoten aangelegd, die directe afstroming van water (schoon en/of vervuild) van de locatie naar bermen of oppervlaktewater voorkomen. Deze goten monden uit in een wateropvangbak met een afvoerleiding naar oppervlaktewater.
Tijdens werkzaamheden op de locatie wordt de afsluiter in de afvoerleiding van de bak gesloten, zodat er tijdens de opbouw, boorfase en demontage geen lozing van vloeistoffen (inclusief hemelwater) op het oppervlaktewater plaatsvindt. In het kader van de Wet milieubeheer zullen ook eisen worden gesteld aan controle van de naleving, zoals periodiek de bodemkwaliteit ter plaatse bepalen en het hanteren van een meldplicht van incidenten.

Door de uitvoering van bovengenoemde maatregelen wordt bij normaal gebruik voorkomen dat de boorvloeistoffen en chemicaliën en de geproduceerde afvalstoffen overmatig terechtkomen in de bodem, het grondwater of het oppervlaktewater. Daarmee wordt dus tevens voorkomen dat deze verontreinigende stoffen terechtkomen in natuurgebieden en leefgebieden van soorten. Om die reden kunnen effecten van verontreiniging op de instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebieden, natuurwetenschappelijke waarden en natuurschoon van Beschermde Natuurmonumenten, wezenlijke kenmerken en waarden van de EHS en leefgebieden van beschermde en bedreigde flora en fauna op voorhand worden uitgesloten waar het reguliere winwerkzaamheden betreft.

Enkel in het geval van calamiteiten kan er sprake zijn van overmatige verontreiniging. De gevolgen van verontreiniging zijn divers en complex en kunnen zich bovendien pas vele jaren/decennia later manifesteren. Verontreiniging kan leiden tot het verdwijnen van soorten en/of het beïnvloeden van gevoelige ecologische processen. Deze beïnvloeding kan direct plaatsvinden maar ook indirect via een opeenvolging van ecologische interacties. Afhankelijk van de concentratie en duur van de verontreiniging zijn alle natuurtypen, habitattypen en soorten gevoelig en kan verontreiniging leiden tot verandering van de soortensamenstelling (bron: http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000). Effecten door het optreden van calamiteiten worden besproken in paragraaf 14.4.

Fase / werkzaamheden	Storingsfactor	Natuurwaarden	
		Habitattypen/ Natuurtypen	Beschermde en bedreigde soorten
Aanleg (opsporen)			
Aanleg productielocaties en locatie voor gasbehandelingsinstallaties	Ruimtebeslag	X	X
	Verstoring		X
	Verdroging	X	X
	Versnippering	X	X
	Stikstofdepositie	X	X
Transportbewegingen	Verstoring		X
	Stikstofdepositie	X	X
Boren			
Boren (dieselgeneratoren)	Verstoring		X
	Verdroging	X	X
	Stikstofdepositie	X	X
Transportbewegingen	Verstoring		X
	Stikstofdepositie	X	X
Fracken			
Fracken (pompen, compressoren en dieselgeneratoren)	Verstoring		X
	Verdroging	X	X
	Stikstofdepositie	X	X
Transportbewegingen	Verstoring		X
	Stikstofdepositie	X	X
Winnen			
Gaswinning (compressorstation, gasbehandelingsinstallatie)	Verstoring		X
	Verdroging	X	X
	Stikstofdepositie	X	X
Transportbewegingen	Verstoring		X
	Stikstofdepositie	X	X
Verlaten			
Afvoeren gasbehandelingsinstallatie en compressorstation	Verstoring		X
	Stikstofdepositie	X	X
Transportbewegingen	Verstoring		X
	Stikstofdepositie	X	X

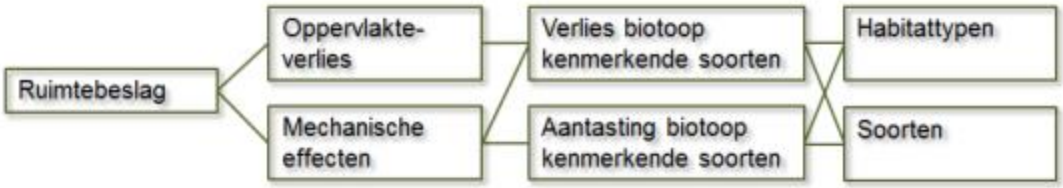
Tabel 14.10 Mogelijke ecologische effecten als gevolg van de ingreep. X = de natuurwaarde wordt of kan worden beïnvloed door de storingsfactor. Deze invloed is doorgaans negatief voor de natuurwaarden

14.2.2.1 *RUIMTEBESLAG*

Oppervlakteverlies en mechanische effecten

Ruimtebeslag werkt door op zowel habitattypen als soorten (Figuur 14.4). Het directe effect van ruimtebeslag is in principe tijdelijk, maar houdt maximaal 35 jaar stand per locatie en kan dus als semi-permanent beschouwd worden. In de opsporingsfase (aanleg en boren) is gedurende circa 10 jaar sprake van oppervlakteverlies en vergraving met bijbehorende mechanische effecten (verandering gelaagdheid substraat, doorluchting, (micro)reliëf en andere abiotische factoren). Gedurende de exploitatiefase (fracken en winnen) bezetten de installaties en infrastructuur gedurende 15-25 jaar de ruimte die tijdens de aanlegfase is ingenomen. Van en naar de productielocaties en de gasbehandelingsinstallatie moet gas en

water vervoerd worden door gas- en waterleidingen. De hoeveelheid aan te leggen leiding is afhankelijk van de afstanden tussen de productielocaties, gasbehandelingsinstallaties en omliggende gas- en waterleidingnetwerk. Daarbij is het van belang hoe de productielocaties en de gasbehandelingsinstallatie met elkaar verbonden zijn (zie paragraaf 'specifieke situatie voorbeeldwinning' hieronder). Na exploitatie worden de installaties verwijderd en is er (na maximaal 35 jaar) niet langer sprake van ruimtebeslag. Mogelijk is er wel sprake van na-ijleffecten als gevolg van de mechanische effecten (betreding met zwaar materiaal), waardoor er enige tijd overheen gaat alvorens de oorspronkelijke biotische en abiotische randvoorwaarden weer gelijk zijn aan de oorspronkelijke situatie. Zo zal het enige tijd duren voor vegetatie opnieuw aanwezig is op de voormalige winningslocaties. Kolonisatie evenals successie van vegetaties zullen in de loop van de tijd plaatsvinden. Ook kan de bodem vlak na het verlaten van de locatie plaatselijk nog verdicht zijn. Door bodemactiviteit van de aanwezige fauna na kan de bodemstructuur zich mogelijk herstellen Deze na-ijleffecten kunnen tussen de verschillende landschapstypen verschillen. Mogelijk kan er in gevallen sprake zijn van permanente verandering van omstandigheden.



Figuur 14.4 Effectketen ruimtebeslag

Specifieke situatie voorbeeldwinning

De installaties voor schaliegaswinning bestaan bij de voorbeeldwinning uit één gasbehandelingsinstallatie van 5 hectare en 13 productielocaties van 150x100 meter. Per productielocatie vinden 10 boringen plaats. De omvang van de aan te leggen infrastructuur - wegen, gasleidingen en waterleidingen - is afhankelijk van de beschikbare infrastructuur van het betreffende landschapstype. De onderlinge afstanden tussen de locaties zijn variabel, de gasbehandelingsinstallatie ligt min of meer centraal, maar de locatie hangt af van kenmerken van het gebied en de ligging van de productielocaties. Leidingen worden in principe ondergronds aangelegd, waardoor weinig ruimtebeslag optreedt. In een worst case situatie is er voor elke productielocatie een waterleiding van 5 km nodig ten behoeve van bronwater. Dit gaat voor 13 productielocaties om een lengte van 65 km (13 x 5 km) waterleiding. Tussen de productielocatie en de gas- en waterbehandelingslocatie loopt één leiding welke afvalwater, schaliegas en een kleine hoeveelheid schalieolie bevat. Aangenomen wordt dat de productielocaties maximaal 5 km van de centrale gasbehandelingslocatielocatie liggen. Voor 13 productielocaties is daarom uitgegaan van 65 km aan leidingen (13 x 5 km). Deze leidingen kunnen waarschijnlijk op hetzelfde tracé worden aangelegd, wat zorgt voor weinig extra ruimtebeslag. Ten slotte zal vanaf de schaliegasbehandelingslocatie nog een leiding van maximaal 5 km aangesloten worden die het gewonnen schaliegas doorlevert aan een gasdistributeur, zoals de Gasunie. In totaal zal maximaal 135 kilometer leiding worden aangelegd. Door de variabiliteit van ligging en infrastructuur is het ruimtebeslag van een winningslocatie niet eenduidig te bepalen.

14.2.2.2 VERSTORING

Beschrijving storingsfactor

Er zijn verschillende typen verstoring: optische verstoring (aanwezigheid mensen en machines) en verstoring door licht, geluid en trilling. Alle typen vinden plaats tijdens aanlegfase, boorfase, frackfase, winfase en verlaten van de locatie. Tijdens de winfase zal verstoring minimaal zijn omdat er dan weinig mensen of machines bij een winlocatie aanwezig zijn.
Verstoring werkt door op soorten (Figuur 14.5). Door verstoring verandert het gedrag van dieren (vluchten, gebieden ontwijken, verhoogde alertheid), waardoor de verhouding tussen voedselinname, endocriene (hormonen geproduceerd door klieren) processen en rust verandert en de energiebalans verschuift.

Optische verstoring

Optische verstoring of visuele hinder treedt op als de werkzaamheden binnen een bepaalde afstand van dieren worden uitgevoerd. Het daadwerkelijke optreden van verstoring hangt sterk van de situatie af en is niet eenvoudig te voorspellen. Zo is verstoringsgevoeligheid soortspecifiek, maar ook variabel tussen seizoenen. Effecten van optische verstoring zijn niet relevant voor habitattypen, enkel kenmerkende dieren van de habitattypen zijn aangemerkt als gevoelig.

Verstoring door licht

Kunstmatige verlichting van de nachtelijke omgeving kan tot verstoring van het normale gedrag van soorten leiden. Het effect van verlichting op soorten hangt af van het gedrag in ruimte en tijd van die soort. Onder andere het dag- en nachtritme, de rustplaatsen, vlieg- en foerageerroutes en broedgedrag bepalen of en wanneer een soort in de buurt van een verlichtingsbron komt. Extra verlichting 's nachts kan bij dagactieve soorten voor een verkorting van de levensduur zorgen als gevolg van een slechtere conditie, verminderd functioneren, grotere predatiekans en een lager voortplantingssucces. Op basis van neuro-endocrine processen((hormonen afgegeven uit hypofyse en hypothalamus), gedragsobservaties en gevoeligheid van ogen van diersoorten wordt de drempelwaarde geschat op 0,1 tot 1 lux (Molenaar, 1997). Het is mogelijk dat verstoring van rustende broedende en foeragerende soorten kan ontstaan.
De machines en installaties die in de aanlegfase, exploitatiefasen en afbraakfase gebruikt worden, voeren alleen verlichting die noodzakelijk is om veilig te kunnen werken. Voor zover werkverlichting noodzakelijk is, wordt deze gericht op het werkgebied waardoor uitstraling naar de omgeving zo veel mogelijk wordt voorkomen. In hoofdstuk 12 zijn effecten beschreven voor het aspect licht.

Verstoring door geluid en trilling

Bij werkzaamheden treedt verstoring door geluid en trilling op. Habitattypen zijn op zichzelf niet gevoelig voor verstoring door geluid. Wel kunnen kenmerkende soorten worden verstoord. Met name vogels kunnen gevoelig zijn voor verstoring door geluid. De aanwezigheid van vogels beperkt zich niet tot de begrenzing van beschermde gebieden of habitattypen; ze kunnen overal binnen elk landschapstype aanwezig zijn.

Totaalbeeld verstoring

Effecten door optische verstoring en verstoring door geluid, licht en/of trilling treden in de praktijk vaak tegelijkertijd op en zijn doorgaans moeilijk te scheiden. Daarom kan dit effect gezamenlijk beschouwd worden onder de noemer 'silhouetwerking'; de aanwezigheid van mensen en/of machines gaat gepaard met dergelijke storingsfactoren. Hierbij is de meest verreikende of ernstigste factor maatgevend.
De gevoeligheid voor de aanwezigheid van een bepaalde activiteit wordt over het algemeen uitgedrukt als de afstand en de tijdsduur waarop een soort beïnvloed wordt. De duur van de verstoring is vaak moeilijker vast te stellen, omdat het einde van de verstoring niet altijd betekent dat de verstoorde dieren

terugkeren naar dezelfde locatie. Ook kunnen onverstoorde dieren de verstoorde plek sneller innemen dan de verstoorde. Vluchtafstanden moeten altijd geïnterpreteerd worden in het licht van de situatie waarin bijvoorbeeld een vogel zich bevindt (Krijgsveld, 2008). Daarnaast is de afweging tussen vluchten of blijven afhankelijk van bijvoorbeeld de voedselbehoefte, of de tijd die hij heeft om dat voedsel te verzamelen (bv. nest vol hongerige jongen, predatierisico, etc.). Over het algemeen kan met de volgende factoren rekening worden gehouden:

- In open gebieden is de verstoringafstand (de maximale afstand tot de verstoringsbron waarop dieren gedragsverandering vertonen als gevolg van de betreffende verstoring) groter dan in meer besloten gebieden;
- Het type verstoring is bepalend voor de verstoringafstand;
- Voorspelbare gebeurtenissen of gedrag leiden tot minder verstoring en kortere verstoringafstanden;
- Het gedrag van de verstoorder (richting, snelheid, vervoerstype) beïnvloedt de verstoringafstand;
- Continue verstoring heeft ernstiger gevolgen dan infrequente verstoring;
- Niet vluchten staat niet altijd gelijk aan geen verstoring;
- Hoe groter een groep vogels, hoe groter de verstoringafstand. Vooral kolonievogels (meeuwen, sterns e.d.) zijn zeer gevoelig. De schuwste vogel in de groep is immers bepalend;
- Seizoen en habitat bepalen in belangrijke mate de verstoringafstand.

Naast beschouwing van de verstoringsafstanden zijn dus ook andere aspecten zoals de aard van de verstoring, de verstoringsduur, de verstoringsfrequentie, de periode en de locatie van belang in de bepaling van effecten (Jongbloed, 2011). Voor vogelsoorten op groot open water biedt een werkafstand van 500 meter voldoende zekerheid tegen verstoring door diverse varende objecten op het water en bij de waterkant. Op land is deze verstoringsafstand naar verwachting kleiner door de aanwezigheid van tussenliggende objecten die er voor zorgen dat het verstorende effect gedempt wordt c.q. het gevaar minder acuut lijkt voor de betreffende soorten.



Figuur 14.5 Effectketen verstoring

Specifieke situatie voorbeeldwinning

Vanuit het oogpunt van een worst case benadering wordt bovengenoemde 500 m contour - die vooral op vogels op open ruimte van toepassing is - ook hier toegepast. Voor andere diersoorten en meer gesloten landschap gelden kleinere verstoringsafstanden. Daarmee wordt een veilige marge aangenomen: op ruimere afstand dan 500 m worden effecten door verstoring uitgesloten, op afstanden korter dan 500 m zijn effecten door verstoring wel mogelijk.

De aanlegduur van de verschillende onderdelen van een winningslocatie is zodanig dat het aanhouden van een vaste verstoringscontour gerechtvaardigd is: de aanlegperiode van een productielocatie duurt drie maanden (keer 13), het boren duurt 1-1,5 maand per boorgat (keer 10 per productielocatie, dus 1-2 jaar per productielocatie), fracken duurt 3 tot 6 weken voor 10 boorgaten. Het winnen duurt uiteindelijk 15-25 jaar.

14.2.2.3 VERDROGING

Beschrijving storingsfactor

Ten aanzien van de hydrologische aspecten spelen meerdere factoren een rol: verdroging, maar ook grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit. Waar het waterkwaliteit betreft kan schaliegaswinning een effect hebben via verontreiniging. Verontreiniging wordt in het kader van natuur behandeld onder calamiteiten (zie paragraaf 14.4), omdat de inrichting en bedrijfsvoering erop zijn gericht dat verontreiniging wordt voorkomen. Van de hydrologische aspecten wordt verdroging wel als effect behorende bij een reguliere winning beschouwd, wanneer grondwaterwinning de eerste keuze leidingwater vervangt. Verdroging werkt door op zowel habitattypen als soorten (Figuur 14.6).

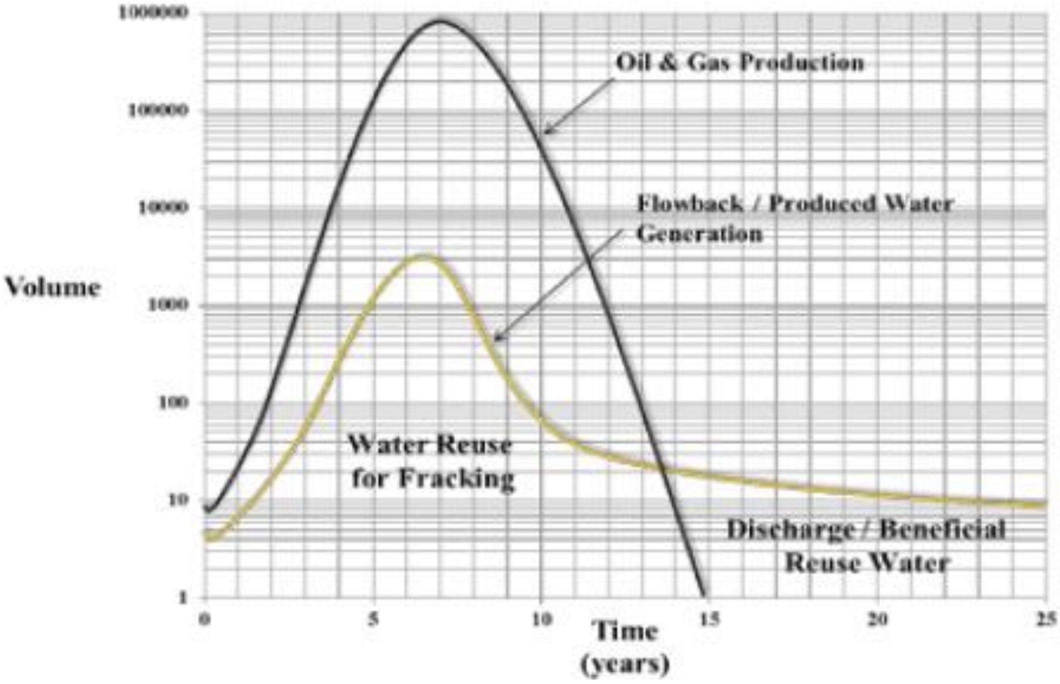
Wanneer bij de aanleg onderbemaling toegepast wordt of op enige andere wijze water onttrokken wordt, kunnen habitattypen effecten ondervinden door verdroging. Voor zeer gevoelige habitattypen kan dit, ook bij tijdelijke effecten, een negatief effect zijn. Verdroging uit zich in lagere grondwaterstanden en/of afnemende kwel. De actuele grondwaterstand kan zo lager zijn dan de gewenste of benodigde grondwaterstand voor het behoud (van een goede kwaliteit) van een habitattype. Door verdroging neemt ook de doorluchting van de bodem toe waardoor meer organisch materiaal wordt afgebroken. Op deze wijze leidt verdroging ook tot vermesting. Kwelwater is water dat elders in de bodem is geïnfiltreerd en dat naar het laagste punt in het landschap stroomt en daar weer aan de oppervlakte komt. Kwelwater heeft dikwijls een bijzondere samenstelling: het is rijk aan ijzer en calcium, arm aan voedingsstoffen en niet zuur, maar gebufferd. Zo kan verdroging optreden zonder dat de grondwaterstand in de ondiepe bodem daalt. Verandering in grondwaterstand en soms ook kwaliteit van het grondwater kan leiden tot een verandering in de soortensamenstelling en op lange termijn van het habitattype.



Figuur 14.6 Effectketen verdroging

Specifieke situatie voorbeeldwinning

Voornamelijk tijdens de boorfase en de frackfase geldt voor de voorbeeldwinning een aanzienlijke waterbehoefte (Figuur 14.7). Daarnaast ontstaat gedurende de gehele periode een overschot van water (terugstroming vanuit de locatie), die na zuivering moet worden geloosd. De verdrogingscontour is afhankelijk van de wateronttrekking uit de bodem of oppervlaktewater, waarbij zowel het te onttrekken volume als de locatiespecifieke omstandigheden een cruciale rol spelen bij de uiteindelijke omvang van de verdroging. Welke bronnen toepasbaar zijn voor het benodigde water is sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van geschikt water.



Figuur 14.7 Voorbeeld van het gebruik van water gedurende de winning van schaliegas (Vlaski & Kommineni, 2014)

Zie voor de gehanteerde uitgangspunten de voorbeeldwinning (Bijlage 5). De voorbeeldwinning gaat uit van een aansluiting op het waterleidingnetwerk van Nederland om in de waterbehoefte te voorzien. Het is echter niet uit te sluiten dat door een initiatiefnemer gekozen wordt om in de waterbehoefte te voorzien middels het realiseren van een onttrekking. Dit kan zowel een onttrekking van grondwater zijn (slaan van een put op of nabij de locatie), als ook een onttrekking vanuit oppervlaktewater. In de voorbeeldwinning wordt ervan uitgegaan dat een groot deel van het water wordt hergebruikt en dat een deel van het terugstromende water uit de activiteiten wordt gezuiverd en vervolgens geloosd.
Voor de voorbeeldwinning is het, als gevolg van bovengenoemde variabelen, moeilijk voorspelbaar wat de specifieke verdrogingscontouren gaan zijn voor de verschillende landschapstypen. Wanneer de mogelijkheid bestaat leidingwater te gebruiken, zullen de effecten door verdroging op natuur verwaarloosbaar zijn. Wanneer dit echter niet mogelijk is, moet naar alternatieven (grondwater, oppervlaktewater, etc.) gekeken worden. De alternatieven ter plaatse grondwater onttrekken of water aanvoeren van elders verschillen onderling sterk voor wat betreft verdrogingseffecten. In het onderzoek naar effecten op het watersysteem (hoofdstuk 5) wordt stilgestaan bij in welke gebieden binnen Nederland het technisch realiseerbaar lijkt om in de waterbehoefte te voorzien door middel van een onttrekking vanuit grond- of oppervlaktewater en wat hierbij mogelijke effecten zijn. De bepaling van effecten door verdroging met betrekking tot natuur is hierop gebaseerd en vanuit de gevoeligheid van de habitattypen binnen de landschapstypen beoordeeld. Hierbij is geen gebruik gemaakt van een vaste verdrogingscontour, omdat dit sterk afhankelijk is van de specifieke kenmerken (watervoerende pakket, (on)doorlatende lagen, grondwaterpeil, aanwezigheid oppervlaktewater, etc.) van de locatie.

14.2.2.4 VERSNIPPERING

Beschrijving storingsfactor
Van versnippering is sprake wanneer het leefgebied van soorten uiteenvalt door een ingreep (Figuur 14.8). Als een leefgebied niet meer voldoende groot is voor een populatie, of individuen van één populatie kunnen de verschillende leefgebieden niet meer bereiken, neemt de veerkracht van de populatie af. Een

gevolg kan zijn een verandering op in de soortensamenstelling en het ecosysteem. Soorten zijn in verschillende mate gevoelig voor de versnippering van hun leefgebied. Het meest gevoelig zijn soorten met een gering verspreidingsvermogen, soorten die zich over de grond bewegen en soorten met een grote oppervlaktebehoefte.
Doordat het directe ruimtebeslag van de gasbehandelingslocatie, de productielocaties en infrastructuur tijdelijk is, is er geen sprake van een permanente versnipperende werking schaliegaswinning op beschermde gebieden of soorten. Tijdelijke versnippering kan wel optreden wanneer de ingreep plaatsvindt in het leefgebied of tussen leefgebieden van beschermde soorten. Dit is echter zeer locatiespecifiek en kan niet op het abstractieniveau van landschapstypen onderzocht worden. Bovendien bestaat altijd de mogelijkheid dat versnipperingseffecten vermeden of gemitigeerd kunnen worden.



Figuur 14.8 Effectketen versnippering

Specifieke situatie voorbeeldwinning
De installaties voor schaliegaswinning bestaan bij de voorbeeldwinning uit één gasbehandelingsinstallatie van 5 hectare en 13 productielocaties van 150x100 meter. Per productielocatie vinden 10 boringen plaats. De omvang van de aan te leggen infrastructuur - wegen, gasleidingen en waterleidingen - is afhankelijk van de beschikbare infrastructuur van het betreffende landschapstype. De onderlinge afstanden tussen de locaties zijn variabel, de gasbehandelingsinstallatie ligt min of meer centraal, maar de locatie hangt af van kenmerken van het gebied en de ligging van de productielocaties. Leidingen worden in principe ondergronds aangelegd, waardoor enkel tijdelijk versnippering optreedt. In een worst case situatie is er voor elke productielocatie een waterleiding van 5 km nodig ten behoeve van bronwater. Dit gaat voor 13 productielocaties om een lengte van 65 km (13 x 5 km) waterleiding. Tussen de productielocatie en de gas- en waterbehandelingslocatie loopt één leiding welke afvalwater, schaliegas en een kleine hoeveelheid schalieolie bevat. Aangenomen wordt dat de productielocaties maximaal 5 km van de centrale gasbehandelingslocatie liggen. Voor 13 productielocaties is daarom uitgegaan van 65 km aan leidingen (13 x 5 km). Deze leidingen kunnen waarschijnlijk op hetzelfde tracé worden aangelegd, wat zorgt voor weinig extra (tijdelijke) versnippering. Tenslotte zal vanaf de schaliegasbehandelingslocatie nog een leiding van maximaal 5 km aangesloten worden die het gewonnen schaliegas doorlevert aan een gasdistributeur, zoals de Gasunie. In totaal zal maximaal 135 kilometer leiding worden aangelegd. Door de variabiliteit van ligging en infrastructuur is het (tijdelijke) versnipperende effect van een winningslocatie niet eenduidig te bepalen.

14.2.2.5 VERZURING/VERMESTING (STIKSTOFDEPOSITIE)

Beschrijving storingsfactor
Verzuring van bodem of water is een gevolg van de uitstoot (emissie) van vervuilende gassen door landbouw, industrie en wegverkeer. Vermesting is de 'verrijking' van ecosystemen, met name door stikstof en fosfaat. Zowel tijdens de aanlegfase als tijdens de boorfase en winningsfase is er sprake van

stikstofemissie. Vermesting en verzuring door stikstofdepositie werkt door op zowel habitattypen als soorten (Figuur 14.9).

Aanvoer en rol van stikstof in ecosysteem

Stikstof (N van 'nitrogen') is in de meest stabiele vorm een gas (N_2) en alomtegenwoordig in de atmosfeer. De sterke band tussen de twee N-moleculen die het gas N_2 vormen wordt in verbrandingsovens en verbrandingsmotoren bij hoge temperatuur verbroken. Daarbij ontstaan verbindingen met zuurstof (O_2) in de vorm van NO of NO_2 (ofwel gezamenlijk NO_x). In een waterig milieu ontstaan nitraten (NO_3^-). In andere chemische processen (zoals in de landbouw) kan N ook 'gereduceerd' worden en ontstaat ammoniak (NH_3) en in een waterig milieu ammonia (NH_4^+).
Zowel nitraten als ammonia-verbindingen zijn belangrijke voedingsstoffen voor planten. Ze zijn zeer goed in water oplosbaar en worden door plantenwortels in de opgeloste vorm opgenomen. Stikstof hecht niet aan bodemdeeltjes zoals zand of klei en wordt niet gebonden door bijv. calcium. Het blijft opgelost in regen– of bodemwater. Van alle stikstof die in de vorm van atmosferische depositie de bodem bereikt, wordt slechts een deel opgenomen door plantenwortels (alleen in het groeiseizoen) en verdwijnt de rest met in de bodem infiltrerend regenwater naar het grondwater.

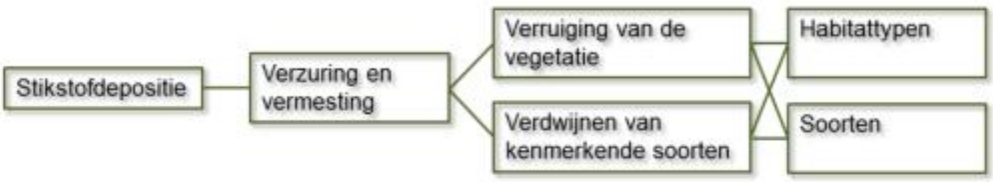
Vermesting

Het is bekend dat de inherente groeisnelheid van plantensoorten verschilt: er zijn planten die van nature snel groeien en die van nature langzaam groeien. Snelle groeiers zijn van nature aangepast aan meer voedselrijke omstandigheden en langzame groeiers juist aan meer voedselarme omstandigheden. Snelle groeiers doen het beter bij voedselrijke omstandigheden en langzame groeiers gedijen juist beter bij meer voedselarme omstandigheden. Snelle groeiers kunnen bij een toename van de voedselbeschikbaarheid een grotere toename van de groeisnelheid vertonen dan langzame groeiers. Het gevolg hiervan is dat snelle groeiers méér kunnen profiteren van extra voedingsstoffen dan langzame groeiers. In de situatie dat extra stikstof tot een hogere groeisnelheid leidt, is dit daardoor ten gunste van de snelle groeiers.
Concurrentieverhoudingen tussen plantensoorten binnen een vegetatie veranderen hierdoor. Dit wordt zichtbaar in de vorm van vergrassing en/of verruiging. Zeldzame soorten behoren vaak tot de langzame groeiers en zijn veel kieskeuriger als het gaat om bodemkenmerken zoals het stikstofgehalte. De stikstofdepositie is dan in het voordeel van de snelgroeiende soorten, wat kan leiden tot het verdwijnen van de langzame soorten, en dat kan gevolgen hebben voor de staat van (sub)habitattypen en daaraan gebonden soorten.

Verzuring

De stikstofdepositie is het gevolg van de emissie van stikstofoxiden en ammoniak. Deze stoffen komen terecht op de bodem en kunnen daar – naast de vermestende werking - ook een verzurende werking hebben. Het gevolg daarvan kan zijn dat de buffercapaciteit (het vermogen om de verzuring 'op te vangen', zodat daadwerkelijke verzuring niet optreedt) van de bodem of het water in de bodem afneemt. Op termijn kan dit resulteren in verzuring van de bodem.
Indien de buffercapaciteit van de bodem op orde is en van nature voldoende aangevuld wordt treedt geen verzuring op. Kalkrijke bodems hebben een bufferende werking op het verzurende effect van stikstofdeposities. Omdat door de aanwezigheid van kalk geen verzuring ontstaat, komt de in de bodem aanwezige - voor planten essentiële - fosfaat (een andere voedingsstof voor planten) niet beschikbaar voor opname door planten, waardoor extra stikstof geen invloed kan hebben op de groei. In een kalkrijke bodem blijft ook bij een groter aanbod van stikstof sprake van een voedselarme situatie. Als de buffercapaciteit niet voldoende is en er wel verzuring optreedt, dan kan door de verzuring de beschikbaarheid van fosfaat toenemen, waardoor deze de groeisnelheid niet meer beperkt en er een situatie ontstaat waarbij de vegetatie het stikstofaanbod wél kan gebruiken voor snellere groei en er sprake is van een toename van de voedselrijkdom van de bodem.

Daar komt dan nog bij dat bij verzuring ook de afbraak van de strooisellaag (veel) langzamer verloopt. Hierdoor blijft er meer organisch materiaal in de bodem aanwezig en dat leidt ertoe dat de uitspoeling van stikstof vermindert. Vermesting en verzuring gaan dan hand in hand. De effecten van deze processen op de vegetatie zijn dan niet te onderscheiden en worden zichtbaar in vergrassing, verruiging en verandering van soortensamenstelling.



Figuur 14.9 Effectketen stikstofdepositie

Specifieke situatie voorbeeldwinning
De voorbeeldwinning bevat 13 productielocaties. Een productielocatie is circa 1,5 hectare groot. Op iedere productielocatie worden 10 putten geboord. In totaal worden in de voorbeeldwinning dus gedurende 10 jaar 130 putten geboord. Ten behoeve van gasproductie wordt één centrale gasbehandelingsinstallatie in de nabijheid van de productielocaties gerealiseerd. Voor de schaliegaswinning is er een aantal relevante emissiebronnen voor stikstofdepositie. Hieronder zijn de emissiebronnen per fase beschreven en de gehanteerde uitgangspunten uitgewerkt.

De luchtemissies zijn afkomstig van stationaire en mobiele bronnen. Deze bronnen worden ingezet gedurende vijf te onderscheiden werkzaamheden. In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de emissiebronnen per fase.

Werkzaamheid	Activiteit	Emissiebronnen
Aanleg	Aanleg productielocatie (productielocatie)	Inzet diesel materieel
		Transportbewegingen
	Aanleg locatie t.b.v. gasbehandelings-installatie	Inzet diesel materieel
		Transportbewegingen
Boren	Boren	Dieselgeneratoren t.b.v. boorinstallatie
		Transportbewegingen
Fracken	Fracken en afronden	Dieselgeneratoren t.b.v. frack pompen/compressoren
		Transportbewegingen
		Affakkelen
Winnen	Gaswinning	Compressorstation
		Gasbehandelingsinstallatie
		Transportbewegingen
Afwerking	Afvoeren gasbehandelingsinstallatie en compressorstation	Transportbewegingen

Tabel 14.11 Overzicht emissiebronnen per fase

Voor de mobiele werktuigen, het vrachtverkeer, de aanleg van de productielocaties en de gasbehandelingsinstallatie, het boren, het fracken en het winnen zijn vaste uitgangspunten gehanteerd voor wat betreft de emissie van stikstof. Deze informatie is terug te vinden in Bijlage 10.

Aan de hand van de specifieke activiteiten en emissiebronnen voor de voorbeeldwinning is de emissie van stikstof berekend. Voor het bepalen van de maximale afstand van de depositiecontour van 1 en 5 mol N/ha/jaar is de worst case voor wat betreft meteorologische omstandigheden (overheersende windrichting) gekozen. De maximale afstanden die bij deze stikstofdepositiecontouren horen zijn weergegeven in Tabel 14.12. Een hogere ruwheid zorgt voor een grotere invang van stikstof bij een bepaald gehalte in de lucht dan een lagere ruwheid. Om die reden zal in het geval van de voorbeeldwinning bij een hoge ruwheid 1 mol N/ha/jaar worden ingevangen tot op ruim 14 km, terwijl dit bij een lage ruwheid tot een kortere afstand is, namelijk ruim 11 km.

Stikstofdepositiecontour [mol/N/ha/jaar]	Lage ruwheid (Z_0 0,03) [m]	Hoge ruwheid (Z_0 0,75) [m]
1	11.200	14.300
5	3.800	4.690

Tabel 14.12 Bij de stikstofdepositiecontouren horende worst case afstanden voor minimale en maximale ruwheid. De ruwheid wordt bepaald door het landschap: grasland en open water hebben een lage ruwheid, naaldbos een hoge

14.2.3 BEOORDELINGSCRITERIA EN EFFECTBEOORDELINGEN

In deze paragraaf wordt ingegaan op de uitgevoerde effectbeschrijving en -beoordeling voor de landschapstypen (paragraaf 14.1.1 tot 14.1.8).
Er is een verschil in aanpak voor de beschermde gebieden en beschermde soorten. Voor beschermde gebieden is voor een aantal storingsfactoren een beoordeling mogelijk op het abstractieniveau van landschapstypen via habitattypen en natuurtypen (zie paragraaf 14.2.3.2). Een aantal storingsfactoren is niet onderscheidend op het abstractieniveau van landschapstypen (zie paragraaf 14.2.3.1). Beschermde en bedreigde soorten zijn niet te beoordelen op het abstractieniveau van landschapstypen (zie paragraaf 14.2.3.1).

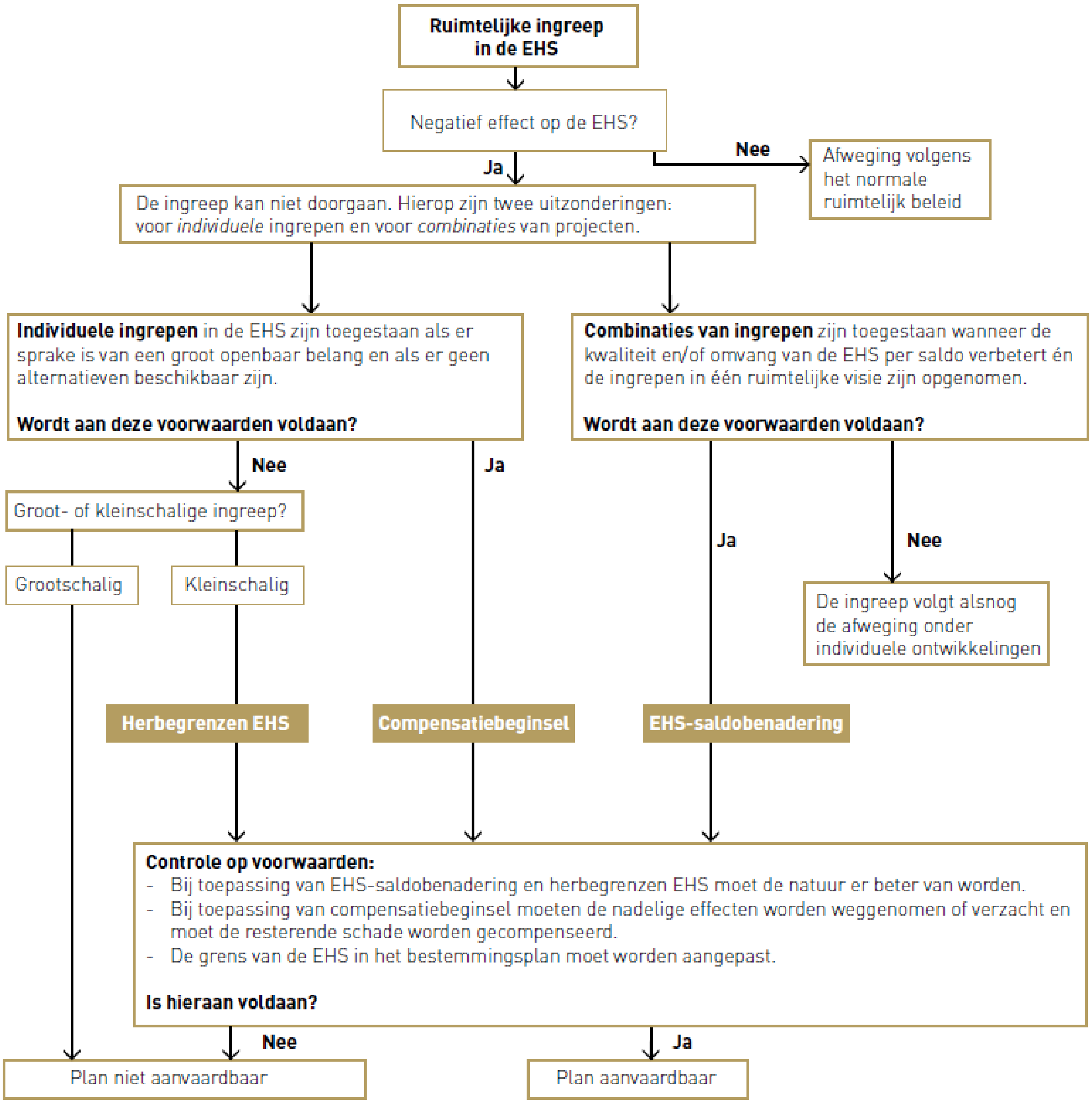
Passende Beoordeling
Bij dit planMER is ook een Passende Beoordeling opgesteld. Deze is te vinden in Bijlage 8. De conclusies uit deze Passende Beoordeling zijn ook meegenomen in paragraaf 14.10 ‘Aandachtspunten voor de verdere planvorming’.

14.2.3.1 *CRITERIA DIE NIET ONDERSCHEIDEND ZIJN OP LANDSCHAPSTYPENIVEAU I.V.M. AARD CRITERIUM EN STORINGSFACTOR*

Voor een aantal criteria en storingsfactoren geldt dat deze op landschapstypenniveau niet onderscheidend zijn voor het PlanMER. Het gaat daarbij om de criteria ‘Beschermde gebieden met status EHS’ en ‘Beschermde soorten’. In beide gevallen komt het gebrek aan onderscheidend vermogen op landschapstypeniveau door het zeer locatiespecifieke karakter van de criteria. Hetzelfde geldt voor de storingsfactoren verstoring en versnippering.

Beschermde gebieden met status EHS

Het ruimtelijke beleid voor de EHS is gericht op behoud en ontwikkeling van de wezenlijke kenmerken en waarden. Daarom geldt in de EHS het 'nee, tenzij'-regime. Dat wil zeggen dat ontwikkelingen in de EHS die significante gevolgen hebben voor de wezenlijke waarden en kenmerken van de EHS alleen kunnen worden toegestaan als er sprake is van een groot openbaar gelang en er geen alternatieve oplossingen zijn. Het regime ter bescherming van de EHS kent geen externe werking. Dit houdt in dat het regime alleen geldt voor nieuwe bestemmingen binnen de EHS. Indien een voorgenomen ingreep de 'nee, tenzij'-afweging met positief gevolg doorloopt, kan de ingreep plaatsvinden, mits de eventuele nadelige gevolgen worden gemitigeerd en resterende schade wordt gecompenseerd. Als een voorgenomen ingreep niet voldoet aan de voorwaarden uit het 'nee, tenzij'-regime kan de ingreep niet plaatsvinden.

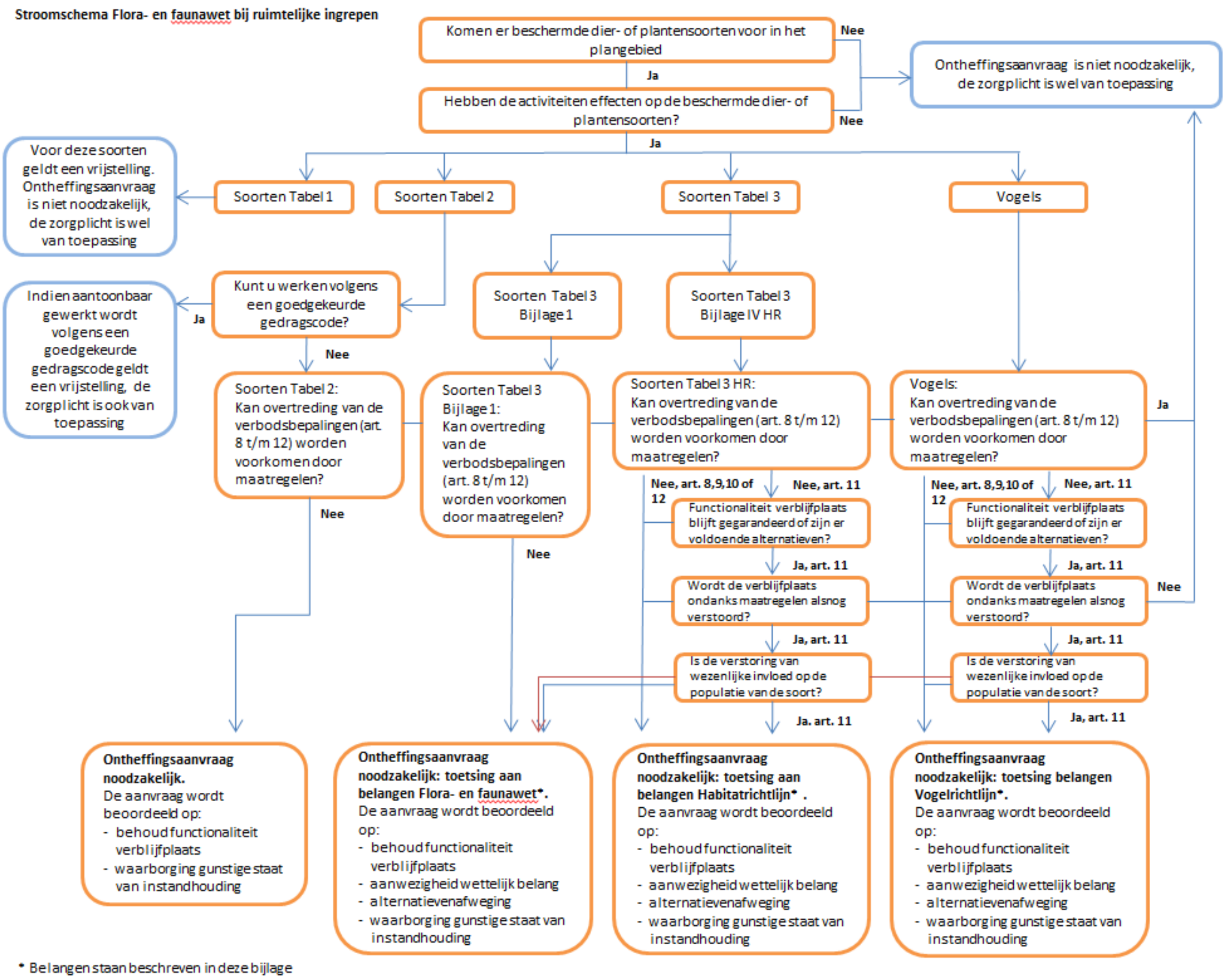


Figuur 14.10 Stappenschema uit de Spelregels EHS met het afwegingskader (Ministeries van LNV en VROM en de provincies, 2009), waarmee kan worden opgemaakt of een bepaalde ruimtelijke ingreep binnen de EHS voor

compensatie, saldobenadering of herbegrenzing in aanmerking komt doordat het wel of niet aan de beoordelingscriteria voldoet

Voor de 'Beschermde gebieden met status EHS' is op het detailniveau van het planMER heel goed bekend waar deze liggen, dit is planologisch vastgelegd. Door rekening te houden met de ligging van de EHS-gebieden, en buiten de EHS-begrenzing te blijven, gaat men 'eenvoudig' van potentieel wel een significant effect naar geen effect. Hiermee is dit criterium niet sterk onderscheidend op landschapstypeniveau. Er is bij de effectbepaling en -beoordeling op deelgebiedsniveau wel getracht eventuele verschillen in risico's te duiden.

Beschermde soorten
De Flora- en faunawet regelt de bescherming van in het wild voorkomende planten en dieren. In de wet is onder meer bepaald dat beschermde dieren niet gedood, gevangen of verontrust mogen worden en beschermde planten niet geplukt, uitgestoken of verzameld (algemene verbodsbepalingen, artikelen 8 t/m 12). Bovendien dient iedereen voldoende zorg in acht te nemen voor alle in het wild levende planten en dieren (algemene zorgplicht, artikel 2). Daarnaast is het niet toegestaan om de directe leefomgeving van soorten, waaronder nesten en holen, te beschadigen, te vernielen of te verstoren. De Flora- en faunawet heeft dan ook belangrijke consequenties voor ruimtelijke plannen.



Figuur 14.11 Stappenschema Flora- en faunawet (LNV, 2009).

Voor beschermde soorten is op het detailniveau van het planMER niet bekend waar de leefgebieden en verblijfplaatsen zich precies bevinden. Binnen de verschillende landschapstypen kunnen in principe overal beschermde soorten en hun verblijfplaatsen aanwezig zijn: de eerste twee stappen in het stroomschema zullen voor alle landschapstypen dan ook met 'ja' beantwoord worden. Met uitzondering van de aanwezigheid van specifieke soorten in bepaalde landschapstypen, spelen landschapstypen in principe geen rol bij de mogelijkheid om wel of geen leefgebied van beschermde soorten te treffen. Bovendien zijn effecten als gevolg van de betreffende storingsfactoren in veel gevallen te vermijden (bijvoorbeeld buiten specifiek leefgebied blijven), te mitigeren (bijvoorbeeld werkzaamheden uitvoeren buiten gevoelige periode) of in het uiterste geval te compenseren (bijvoorbeeld alternatieve nestlocaties aanbieden). Hiermee is dit criterium niet onderscheidend op landschapstypeniveau.

Verstoring

Verstoring door verlichting

Wanneer kunstlicht gebruikt wordt bij de ingreep, kan dit verstorend zijn voor beschermde soorten. Dit negatieve effect is sterk afhankelijk van de specifieke locatie van de werkzaamheden. Te midden van weide- of akkerlanden zal er geen verstoring van verblijfplaatsen optreden, maar mogelijk wel van foeragerende of broedende weidevogels. Nabij een bosgebied kan er weer sprake zijn van verstoring van nesten, 's nachts foeragerende dieren, etc. Buiten de locatiespecifieke variatie bestaat er de mogelijkheid om rekening te houden met leefgebieden door mitigerende maatregelen toe te passen om verstoring te beperken in tijd en ruimte. Door de sterke locatiespecifieke variatie en de mogelijkheid tot mitigeren is verstoring op voorhand als niet onderscheidend beoordeeld op het niveau van landschapstypen.

Verstoring door geluid en optische verstoring

Bij de aanleg van de installaties en bijbehorende infrastructuur alsmede de gebruiksfase kan verstoring door geluid en optische verstoring optreden van het leefgebied van beschermde soorten. Dit negatieve effect is sterk afhankelijk van de specifieke locatie van de werkzaamheden. Te midden van weide- of akkerlanden zal er geen verstoring van verblijfplaatsen optreden, maar mogelijk wel van foeragerende of broedende weidevogels. Nabij een bosgebied kan er weer sprake zijn van verstoring van nesten, et cetera. Buiten de locatiespecifieke variatie bestaat er de mogelijkheid om rekening te houden met leefgebieden door mitigerende maatregelen toe te passen om verstoring te beperken in tijd en ruimte. Door de sterke locatiespecifieke variatie en de mogelijkheid tot mitigeren is verstoring op voorhand als niet onderscheidend beoordeeld op het niveau van landschapstypen.

Voor alle landschapstypen bestaat een risico op negatieve effecten door verstoring als gevolg van schaliegaswinning. In elk landschapstype bestaat ook de mogelijkheid om effecten te vermijden of te verminderen. Voor elk landschapstype wordt daarom de effectbeoordeling 'beperkt negatief effect' gehanteerd.

Versnippering

Wanneer de installaties en bijbehorende infrastructuur worden gerealiseerd kan versnippering optreden van het leefgebied van beschermde soorten. Dit negatieve effect is sterk afhankelijk van de specifieke locatie waar een en ander wordt gerealiseerd: te midden van weide- en akkerlanden zal versnippering minder snel optreden dan wanneer een laanstructuur of watergang wordt doorsneden. Daarnaast bestaat de mogelijkheid om bij de inrichting rekening te houden met leefgebieden door mitigerende maatregelen toe te passen om passeerbaarheid en uitwisseling te waarborgen. Door de sterke locatiespecifieke variatie en de mogelijkheid tot mitigeren is versnippering als niet onderscheidend beoordeeld op het niveau van landschapstypen.

Voor alle landschapstypen bestaat een risico op negatieve effecten door versnippering als gevolg van schaliegaswinning. In elk landschapstype bestaat ook de mogelijkheid om effecten te vermijden of te verminderen. Voor elk landschapstype wordt de effectbeoordeling 'beperkt negatief effect' gehanteerd.

14.2.3.2 *BEOORDELING PER LANDSCHAPSTYPE - MAATLATTEN*

Oppervlakteverlies c.q. mechanische effecten, verdroging en stikstofdepositie kunnen de betreffende habitattypen en/of natuurtypen binnen de verschillende landschapstypen raken. Ruimtebeslag op Natura 2000-gebieden is op voorhand uitgesloten bij de insteek van de Structuurvisie (zie NRD); habitattypen en natuurtypen kunnen echter ook buiten Natura 2000-gebieden voorkomen, bijvoorbeeld binnen de begrenzing van EHS-gebieden (natuurtypen) en Beschermde Natuurmonumenten (formeel geen 'habitattypen', maar het 'natuurschoon' en de 'natuurwetenschappelijke waarden' van Beschermde Natuurmonumenten hebben geregeld wel parallellen met Natura 2000-habitattypen en vergelijkbare gevoeligheden), maar ook buiten wettelijk beschermde gebieden. Nederland bestaat procentueel voor een groot deel uit agrarisch gebied - en andere gebieden - waar de natuurwaarde relatief beperkt is. Bij de landschapstypenvergelijking is rekening gehouden met de mogelijkheid om gevoelige habitattypen en natuurtypen te ontzien wanneer daar gelegenheid toe lijkt te zijn. Dit is dus afhankelijk van de mate van 'gebiedsdekking' door gevoelige habitattypen en natuurtypen binnen een landschapstype. Daarnaast is rekening gehouden met de veerkracht van habitattypen en natuurtypen: behoren deze tot een dynamisch milieu of zijn deze gebaat bij een constant milieu.

Ruimtebeslag (oppervlakteverlies en mechanische effecten)
Het directe effect van ruimtebeslag is in principe tijdelijk. Op het moment van aanleg is sprake van oppervlakteverlies en vergraving met bijbehorende mechanische effecten. Gedurende de exploitatiefase bezetten de installaties en infrastructuur de ruimte die tijdens de aanlegfase is ingenomen. Na exploitatie worden de installaties verwijderd en is er niet langer sprake van ruimtebeslag. Mogelijk is er wel sprake van na-ijleffecten als gevolg van de mechanische effecten, waardoor er enige tijd overheen gaat alvorens de oorspronkelijke biotische en abiotische randvoorwaarden weer gelijk zijn aan de oorspronkelijke situatie. Dit na-ijleffect kan tussen de verschillende landschapstypen verschillen. Mogelijk is er in gevallen sprake van permanente verandering van omstandigheden. Binnen Natura 2000-gebieden is ruimtebeslag uitgesloten. In de beoordeling wordt wel rekening gehouden met mogelijke externe werking, bijvoorbeeld door het wegnemen van een bufferzone met als gevolg ook oppervlakte- of kwaliteitsverlies van habitattypen binnen de begrenzing of verlies van rust- of foerageergebied voor vogels.

Scoringsmethodiek ruimtebeslag
N.v.t. er treedt geen verbetering op wat betreft ruimtebeslag
N.v.t. er treedt geen verbetering op wat betreft ruimtebeslag
In het geval dat sprake is van een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen **en** de habitattypen/natuurtypen tevens een grote veerkracht hebben
In het geval dat sprake is van een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen en de habitattypen/natuurtypen beperkte veerkracht hebben **of** dat sprake is van een beperkte kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen en de habitattypen/natuurtypen een grote veerkracht hebben
In het geval dat sprake is van een beperkte tot vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen **en** de habitattypen/natuurtypen beperkte veerkracht hebben

Tabel 14.13 Scoringsmethodiek ruimtebeslag

Verdroging
Verdroging kan plaatsvinden wanneer het effect plaatsvindt binnen een habitattype, maar er kan ook sprake zijn van externe werking: wateronttrekking net buiten een habitattype kan immers verdroging veroorzaken binnen het gebied. Ook hier geldt dat deze effecten kleiner zijn naarmate de afstand tot het habitattype toeneemt en ze vooral op afstand goed te mitigeren zijn. Binnen dit planMER kan dit echter niet op dat niveau beoordeeld worden.

Scoringsmethodiek verdroging
N.v.t. er treedt geen verbetering op wat betreft verdroging
N.v.t. er treedt geen verbetering op wat betreft verdroging
In het geval dat sprake is van een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen **en** de habitattypen/natuurtypen tevens een beperkte gevoeligheid of grote veerkracht hebben
In het geval dat sprake is van een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen en de habitattypen/natuurtypen (zeer) gevoelig zijn en een beperkte veerkracht hebben **of** dat sprake is van een beperkte kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen de habitattypen/natuurtypen een beperkte gevoeligheid of grote veerkracht hebben
In het geval dat sprake is van een beperkte tot vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen en de habitattypen/natuurtypen (zeer) gevoelig zijn en een beperkte veerkracht hebben

Tabel 14.14 Scoringsmethodiek verdroging

Stikstofdepositie
Voor habitattypes en leefgebieden van soorten is op basis van de best beschikbare wetenschappelijke kennis bepaald tot welk niveau geen significant negatieve effecten optreden door stikstofdepositie: dat is de kritische depositiewaarde (KDW). Wanneer de totale stikstofdepositie hoger dan de KDW ligt, bestaat er een kans op significante effecten (Van Dobben, 2012). Naarmate de overschrijding toeneemt, neemt ook de kans op effecten toe. Als de natuurlijke processen beter functioneren (waterkwaliteit en -peil, dynamiek, verstuiving, etc.) vermindert de kans op het optreden van negatieve effecten door stikstofdepositie.

Bij deposities boven de KDW zijn significante effecten niet op voorhand uitgesloten en moet daarom een inhoudelijke effectbeoordeling plaatsvinden. Benadrukt moet worden dat ieder ecosysteem specifieke kenmerken en ecologische randvoorwaarden heeft, zoals de voedselrijkdom van de bodem, de zuurgraad van de bodem, de vochtigheid van de bodem, de aanwezigheid van een strooisel- en humuslaag, de mate van invloed van regenwater en/of grondwater, de mate van invloed door wind of zee en, de mate van (natuurlijke) begrazing. De beschikbaarheid van voldoende voor planten beschikbaar opneembaar stikstof is zelden de enige factor. Tal van andere factoren zijn mede bepalend en zijn vaak dominant over de rol van stikstof.

In de beoordeling is er vanuit gegaan dat stikstofdepositie de betreffende habitattypen raakt. Dit is gedaan vanuit het worst case oogpunt. Binnen dit PlanMER kan niet op het niveau van ecosysteem-specifieke details een effectbeoordeling gedaan worden. Er is uitsluitend gekeken naar de stikstofgevoeligheid van de habitattypen (gebaseerd op de KDW). In de praktijk van een ProjectMER zal voor specifieke locaties moeten worden gekeken naar de heersende achtergronddepositie, waarbij wordt gekeken of voor gevoelige en zeer gevoelige habitattypen er al een overschrijding is van de KDW. In Nederland is de achtergronddepositie, met uitzondering van Zeeland en het waddengebied, doorgaans hoger dan 1.500 mol N/ha/jaar, wat hoger is dan de kritische depositiewaarden van veel habitattypen. Dit betekent dat er bij een eventuele toename van stikstofdepositie er een reëel risico is op negatieve effecten op deze habitattypen.

Scoringsmethodiek stikstofdepositie
N.v.t. stikstofdepositie neemt niet af door schaliegaswinning
N.v.t. stikstofdepositie neemt niet af door schaliegaswinning
In het geval dat sprake is van een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen **en** de habitattypen/natuurtypen tevens een beperkte gevoeligheid hebben
In het geval dat sprake is van een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen en de habitattypen/natuurtypen (zeer) gevoelig zijn **of** dat sprake is van een beperkte kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen en de habitattypen/natuurtypen een beperkte gevoeligheid hebben
In het geval dat sprake is van een beperkte tot vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen **en** de habitattypen/natuurtypen (zeer) gevoelig zijn

Tabel 14.15 Scoringsmethodiek stikstofdepositie

14.3 EFFECTBESCHRIJVING- EN BEOORDELING PER LANDSCHAPSTYPE

14.3.1 DROOGMAKERIJEN

In Tabel 14.16 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Voor dit landschapstype is er een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft ruimtebeslag
Effecten door verdroging	Voor dit landschapstype is er een beperkte kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft verdroging, daarbij heeft een aantal habitattypen/natuurtypen (zeer) grote gevoeligheid en een beperkte veerkracht
Effecten door stikstofdepositie	Door de reikwijdte van stikstofdepositie is er vrijwel geen kans op het ontzien van de (zeer) gevoelige habitattypen/natuurtypen binnen dit landschapstype
Effecten door verstoring	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door verstoring van aanwezige soorten
Effecten door versnippering	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door versnippering van leefgebied van aanwezige soorten

Tabel 14.16 Effectbeschrijving en -beoordeling droogmakerijen

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

Het (tijdelijke) oppervlakteverlies door aanleg van de installaties en infrastructuur zal in het algemeen geen groot nadelig effect opleveren op de natuurwaarden in deze gebieden. Een klein deel van sommige van deze gebieden herbergt echter kwetsbare habitattypen en natuurtypen, zoals overgangs- en trilvenen en blauwgraslanden, waarvoor (tijdelijk) ruimtebeslag ongunstig is. Bij de beoordeling wordt er echter vanuit gegaan dat deze ontzien worden; dat wil zeggen dat de installaties en infrastructuur er omheen gelegd worden en niet er binnen. Dit zal immers in de meeste gevallen goed mogelijk zijn door de beperkte oppervlakte die de habitattypen en natuurtypen innemen binnen het landschapstype. Er blijft een risico dat de realisatie van de kernopgaven 4.15 en 4.16 in gevaar komt.

4.15	Herstel inundatie, behoud en nieuwvorming graslanden.
4.16	Voldoende rui- en rustgebieden voor watervogels.

De effectbeoordeling van ruimtebeslag in dit landschapstype is beperkt negatief.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

In de droogmakerijen in het westen van het land blijkt dat het onttrekken van grondwater ten behoeve van schaliegas in veruit het grootste deel van deze gebieden technisch moeilijk te realiseren valt. Wanneer in dit deel een winning zal worden gerealiseerd zijn hiervan effecten aan maaiveld te verwachten. De omvang van deze effecten hangen sterk af van de specifieke opbouw van de ondergrond op locatie, maar zal bestaan uit een grondwaterverlaging.
De droogmakerijen in en rond de Noordoostpolder laten meer potentie zien voor het onttrekken van grondwater. Veruit het grootste deel van de hier aanwezige droogmakerijen kent een ondergrond waar potentie is voor een gespannen winning (winning van water uit een afgesloten watervoerend pakket) waarbij niet tot nauwelijks effecten aan maaiveld worden verwacht.

Voor de droogmakerijen in Zuid-Holland behoort het onttrekken uit oppervlaktewater niet tot de mogelijkheden. Voor de droogmakerijen in Noord-Holland en de Flevoland voor kleine gebieden wel.

De (tijdelijke) verdroging tijdens boren en fracken zal in het algemeen geen groot nadelig effect opleveren op de natuurwaarden in deze gebieden. Een klein deel van sommige van deze gebieden herbergt echter (zeer) gevoelige habitattypen en natuurtypen, zoals overgangs- en trilvenen en blauwgraslanden, waarvoor (tijdelijke) verdroging ongunstig is. Bij de beoordeling wordt er vanuit gegaan dat deze ontzien kunnen worden; dat wil zeggen dat de winning van (grond)water zodanig gerealiseerd kan worden dat de verdroging niet reikt tot de gevoelige habitattypen en natuurtypen. Dit zal immers in de meeste gevallen mogelijk zijn door de beperkte oppervlakte die de habitattypen en natuurtypen innemen binnen het landschapstype. Er blijft echter een risico dat de realisatie van de kernopgave 4.15 in gevaar komt.

4.15	Herstel inundatie, behoud en nieuwvorming graslanden.

De effectbeoordeling van verdroging in dit landschapstype is daarom beperkt negatief.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De stikstofemissie door aanleg van de installaties en infrastructuur, alsmede tijdens de gebruiksfase, zal zorgen voor een toename van stikstofdepositie binnen dit landschapstype. Dit landschapstype herbergt zeer stikstofgevoelige habitattypen en natuurtypen, zoals overgangs- en trilvenen en blauwgraslanden en gevoelige habitattypen als kranswierwateren en meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, waarvoor een toenemende stikstofdepositie ongunstig is. Bij de beoordeling kan er niet vanuit worden gegaan dat stikstofgevoelige habitattypen ontzien kunnen worden; stikstofdepositie reikt tot een zodanige afstand van de bronlocaties - een toename van 1 mol N/ha/jaar tot bijna 15 km vanaf de winningslocatie is niet uit te sluiten - dat het aannemelijk is dat habitattypen die (zeer) gevoelig zijn voor verzuring/vermesting een toename van stikstofdepositie zullen ondervinden. Er is een risico dat de realisatie van de kernopgave 4.09 in gevaar komt.

4.09	Alle successiestadia laagveenverlanding in ruimte en tijd vertegenwoordigd.

De effectbeoordeling van stikstofdepositie in dit landschapstype is daarom negatief.

Verstoring
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Versnippering
Relevant tijdens: aanleg (boren, fracken, winnen en afwerking)

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

14.3.2 HEUVELLAND

In Tabel 14.17 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Voor dit landschapstype is er vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft ruimtebeslag, daarbij hebben de habitattypen/natuurtypen beperkte veerkracht
Effecten door verdroging	Voor dit landschapstype is er vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft verdroging, daarbij heeft een aantal habitattypen/natuurtypen (zeer) grote gevoeligheid en een beperkte veerkracht
Effecten door stikstofdepositie	Door de reikwijdte van stikstofdepositie is er vrijwel geen kans op het ontzien van de (zeer) gevoelige habitattypen/natuurtypen binnen dit landschapstype
Effecten door verstoring	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door verstoring van aanwezige soorten
Effecten door versnippering	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door versnippering van leefgebied van aanwezige soorten

Tabel 14.17 Effectbeschrijving en -beoordeling heuvelland

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

Door grote geologische en geomorfologische verschillen binnen het landschapstype hebben natuur en landschap een hier een geheel eigen karakter, dat veelal afwijkt van de rest van Nederland. In tegenstelling tot droogmakerijen kan bij de beoordeling van het heuvelland niet worden uitgegaan van het ontzien van habitattypen en natuurtypen; dat wil zeggen dat de installaties en infrastructuur niet altijd om de habitattypen heen gelegd kunnen worden. Door de grote geologische en geomorfologische verschillen die op korte afstand van elkaar liggen is het risico immers groot dat er een habitattype of natuurtype geraakt wordt. Bovendien hebben de habitattypen en natuurtypen hier te maken met weinig natuurlijke dynamiek en zijn daardoor niet van nature veerkrachtig. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 8.01, 8.02/8.11, 8.03, 8.04 en 8.09 in gevaar komen.

8.01	Behouden en uitbreiden mozaïek van pionierbegroeiingen op rotsbodem.
8.02/8.11	Vergroting/behoud van het leefgebied en uitbreiding van aantal en omvang van levensvatbare populaties van de geelbuikvuurpad.
8.03	Behoud van bestaand hellingbos en herstel gevarieerde vegetatiestructuur van eiken-haagbeukenbossen, verzachten bosrand, ruigten en zomen en waar relevant vergroten leefgebied van vliegend hert of Spaanse vlag.
8.04	Herstel gevarieerde vegetatiestructuur van Veldbies-Beukenbossen en Beuken-Eikenbossen met Hulst (afwisseling open en dicht), verzachten bosrand en herstel natuurlijke boomsamenstelling.
8.09	Vergroting van aantal en omvang van levensvatbare populaties van de Zeggekorfslak.

Mede door het unieke karakter van dit landschapstype binnen Nederland, is de effectbeoordeling voor ruimtebeslag in dit landschapstype negatief.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Het Heuvelland in Zuid-Limburg heeft in het noordwestelijk deel potentie om gespannen grondwater te winnen. In het zuidoostelijk deel is het beeld meer divers en verschilt de potentie lokaal sterk als gevolg van de complexiteit van de opbouw van de ondergrond in dit gebied.

In het Heuvelland zijn geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien. Voor deze watergangen geldt dat het lozen van gezuiverd water de watervoerendheid kan vergroten tijdens droge perioden, potentieel een positief effect voor de aanwezige natuur direct naast deze watergangen.

Door grote geologische en geomorfologische verschillen op korte afstand hebben natuur en landschap een hier een geheel eigen karakter. Binnen het landschapstype is er een groot verschil in gevoeligheid voor verdroging. Habitattypen en natuurtypen in relatief droge gebieden, zoals pionierbegroeiingen op rotsbodem, zinkweiden, kalkgraslanden, heischrale graslanden (droge kalkrijke variant) en verschillende type beukenbossen zijn niet gevoelig voor verdroging. Terwijl kalktufbronnen, beken en rivieren met waterplanten en beekbegeleidende bossen zeer gevoelig zijn voor verdroging, hoewel de oppervlaktewateren hier dus niet de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien. Door de grote geologische en geomorfologische verschillen die op korte afstand van elkaar liggen is het risico echter groot dat er een gevoelig habitattype of natuurtype onder invloed van verdroging komt te staan. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 8.05, 8.06 en 8.08 in gevaar komen.

8.05	Herstel waterkwaliteit en morfodynamiek in beeklopen en beekdalen. Het gaat daarbij om voldoende variatie en structuur bedding met luwe plekken.
8.06	Behoud en uitbreiding moerassige brongebieden door herstel hydrologie; betreft zowel de grondwaterstromen als het niveau en morfodynamiek van de beeklopen.
8.08	Behoud en uitbreiding van vochtige alluviale bossen en kalktufbronnen door herstel hydrologie; betreft zowel de grondwaterstromen als het niveau en de morfodynamiek van de beeklopen.

Mede door het unieke karakter van dit landschapstype, is de effectbeoordeling voor verdroging in dit landschapstype negatief.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De stikstofemissie door aanleg van de installaties en infrastructuur, alsmede tijdens de gebruiksfase, zal zorgen voor een toename van stikstofdepositie binnen dit landschapstype. Dit landschapstype herbergt zeer stikstofgevoelige habitattypen en natuurtypen, zoals zinkweiden en heischrale graslanden (droge kalkrijke variant) en gevoelige habitattypen als pionierbegroeiingen op rotsbodem, kalkgraslanden, ruigten en zomen (droge bosranden), veldbiesbeukenbossen, eiken-haagbeukenbossen (heuvelland) en

vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen), waarvoor een toenemende stikstofdepositie ongunstig is. Bij de beoordeling kan er niet vanuit worden gegaan dat stikstofgevoelige habitattypen ontzien kunnen worden; stikstofdepositie reikt tot een zodanige afstand van de bronlocaties - een toename van 1 mol N/ha/jaar tot bijna 15 km vanaf de winningslocatie is niet uit te sluiten - dat het aannemelijk is dat habitattypen die (zeer) gevoelig zijn voor verzuring/vermesting een toename van stikstofdepositie zullen ondervinden. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 8.07 in gevaar komen.

8.07	Herstel zinkweiden door gerichte beheersmaatregelen (verzuring en terugdringing vermesting).

De effectbeoordeling van stikstofdepositie in dit landschapstype is daarom negatief.

Verstoring
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Versnippering
Relevant tijdens: aanleg (boren, fracken, winnen en afwerking)

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

14.3.3 VEENKOLONIËN

In Tabel 14.18 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Voor dit landschapstype is er vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft ruimtebeslag, daarbij hebben de habitattypen/natuurtypen beperkte veerkracht
Effecten door verdroging	Voor dit landschapstype is er vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft verdroging, daarbij heeft een aantal habitattypen/natuurtypen (zeer) grote gevoeligheid en een beperkte veerkracht
Effecten door stikstofdepositie	Door de reikwijdte van stikstofdepositie is er vrijwel geen kans op het ontzien van de (zeer) gevoelige habitattypen/natuurtypen binnen dit landschapstype
Effecten door verstoring	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door verstoring van aanwezige soorten
Effecten door versnippering	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door versnippering van leefgebied van aanwezige soorten

Tabel 14.18 Effectbeschrijving en -beoordeling veenkoloniën

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

Het (tijdelijke) oppervlakteverlies dat gepaard gaat met de aanleg van de installaties en infrastructuur, is als zeer ongunstig aan te merken in de veenkoloniën. Deze gebieden hebben in het algemeen nog slechts een beperkte oppervlakte en zijn relatief zeldzaam in Nederland. De vegetaties in een dergelijk gebied zijn daarbij kwetsbaar en herstellen waarschijnlijk niet volledig na vergraving, ook wanneer bodem en vegetatie terugplaatst worden. In tegenstelling tot droogmakerijen kan bij de beoordeling van de veenkoloniën niet worden uitgegaan van het ontzien van habitattypen en natuurtypen; dat wil zeggen dat de installaties en infrastructuur niet altijd er omheen gelegd kunnen worden. Door de beperkte oppervlakte binnen dit landschapstype is het risico immers groot dat er een habitattype of natuurtype geraakt wordt. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 7.01, 7.02, 7.03 en 7.04 in gevaar komen.

7.01	Uitbreiding kernen van actieve hoogvenen.
7.02	Op gang brengen of continueren van hoogveenvorming in herstellende hoogvenen in kansrijke situaties met het oog op ontwikkeling van actieve hoogvenen (waar nodig uitbreiding oppervlakte). Instandhouding huidige relicten als bronpopulaties fauna. Herstel van grote veengebieden met voldoende rust o.a. voor kraanvogel.
7.03	Ontwikkeling van overgangszones van actieve hoogvenen incl. laggzones.
7.04	Behoud en waar mogelijk herstel van heischrale graslanden.

Mede door het unieke karakter van dit landschapstype, is de effectbeoordeling voor ruimtebeslag in dit landschapstype negatief.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

De veenkolonie in Zuid-Nederland kent beperkte mogelijkheden om grondwateronttrekkingen in te zetten om in de waterbehoefte te voorzien. Daar waar dit wel mogelijk kan waarschijnlijk sprake zijn een van een freatische winning, waarvoor effecten aan maaiveld zijn te verwachten. Vermoedelijk in de vorm van grondwaterstand verlagingen.
De veenkoloniën in Noord-Nederland kennen wel de potentie voor een gespannen winning. In kleine delen van de gebieden kan er sprake zijn van een freatische winning met daarbij een potentiele verlaging van grondwaterstanden.

In de veenkoloniën zijn geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid, die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien.

Veengebieden zijn sterk gevoelig voor fluctuaties in grondwaterstanden. Zeker lage grondwaterstanden kunnen inklinking van het veen tot gevolg hebben. Het lozen van schoon water in aanwezige watergangen binnen het veen kan, zeker gedurende droge perioden via de extra watervoerendheid bijdragen het aanwezige veen in de directe omgeving van de watergang en het veen tegen verdroging beschermen.

De (tijdelijke) verdroging die gepaard gaat met het boren en fracken is als zeer ongunstig aan te merken in de veenkoloniën. De vegetaties in een dergelijk gebied zijn zeer gevoelig en herstellen slecht na verdroging. Binnen dit landschapstype is het risico groot dat habitattypen en natuurtypen onder invloed van verdroging raken. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 7.01, 7.02, 7.03 en 7.04 in gevaar komen.

7.01	Uitbreiding kernen van actieve hoogvenen.
7.02	Op gang brengen of continueren van hoogveenvorming in herstellende hoogvenen in kansrijke situaties met het oog op ontwikkeling van actieve hoogvenen (waar nodig uitbreiding oppervlakte). Instandhouding huidige relicten als bronpopulaties fauna. Herstel van grote veengebieden met voldoende rust o.a. voor kraanvogel.
7.03	Ontwikkeling van overgangszones van actieve hoogvenen incl. laggzones.
7.04	Behoud en waar mogelijk herstel van heischrale graslanden.

Mede door het unieke karakter van dit landschapstype, is de effectbeoordeling voor verdroging in dit landschapstype negatief.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De stikstofemissie door aanleg van de installaties en infrastructuur, alsmede tijdens de gebruiksfase, zal zorgen voor een toename van stikstofdepositie binnen dit landschapstype. Dit landschapstype herbergt zeer stikstofgevoelige habitattypen en natuurtypen, zoals zure vennen en vochtige heiden en gevoelige habitattypen als hoogveenbossen, waarvoor een toenemende stikstofdepositie ongunstig is. Bij de beoordeling kan er niet vanuit worden gegaan dat deze ontzien kunnen worden; stikstofdepositie reikt tot

een zodanige afstand van de bronlocaties - een toename van 1 mol N/ha/jaar tot bijna 15 km vanaf de winningslocatie is niet uit te sluiten - dat het aannemelijk is dat habitattypen en natuurtypen die (zeer) gevoelig zijn voor verzuring/vermesting een toename van stikstofdepositie zullen ondervinden. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 7.01, 7.02, 7.03 en 7.04 in gevaar komen.

7.01	Uitbreiding kernen van actieve hoogvenen.
7.02	Op gang brengen of continueren van hoogveenvorming in herstellende hoogvenen in kansrijke situaties met het oog op ontwikkeling van actieve hoogvenen (waar nodig uitbreiding oppervlakte). Instandhouding huidige relicten als bronpopulaties fauna. Herstel van grote veengebieden met voldoende rust o.a. voor kraanvogel.
7.03	Ontwikkeling van overgangszones van actieve hoogvenen incl. laggzones.
7.04	Behoud en waar mogelijk herstel van heischrale graslanden.

De effectbeoordeling van stikstofdepositie in dit landschapstype is daarom negatief.

Verstoring
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Versnippering
Relevant tijdens: aanleg (boren, fracken, winnen en afwerking)

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

14.3.4 KUSTZONE

In Tabel 14.19is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Voor dit landschapstype is er vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft ruimtebeslag, sommige habitattypen/natuurtypen zijn relatief veerkrachtig
Effecten door verdroging	Voor dit landschapstype is er een beperkte kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft verdroging, daarbij heeft een aantal habitattypen/natuurtypen (zeer) grote gevoeligheid en een beperkte veerkracht
Effecten door stikstofdepositie	Door de reikwijdte van stikstofdepositie is er vrijwel geen kans op het ontzien van de (zeer) gevoelige habitattypen/natuurtypen binnen dit landschapstype
Effecten door verstoring	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door verstoring van aanwezige soorten
Effecten door versnippering	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door versnippering van leefgebied van aanwezige soorten

Tabel 14.19 Effectbeschrijving en -beoordeling kustzone

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

Duingebieden worden gekenmerkt door een hoge dynamiek en grote oppervlakten lage begroeiing (duingraslanden), kaal zand of struweel. Het (tijdelijke) oppervlakteverlies in deze, over het algemeen grote gebieden, zal in de meeste gevallen geen blijvend negatieve effecten met zich meebrengen. Wanneer de installaties en infrastructuur echter ter plaatse van vochtige duinvalleien of duinbossen zijn geprojecteerd, kan dit wel langdurig negatief zijn, zowel voor de habitattypen en natuurtypen als de habitatsoorten die hieraan gebonden zijn. Vochtige duinvalleien komen echter over relatief kleine oppervlakten voor in de duingebieden, zodat hier bij de plaatselijke inpassing goed rekening mee gehouden kan worden. Duinbossen beslaan grotere oppervlakten.
In tegenstelling tot droogmakerijen kan bij de beoordeling van de kustzone niet worden uitgegaan van het ontzien van habitattypen en natuurtypen; het betreft een gebied van aaneengesloten habitattypen en natuurtypen zodat de installaties en infrastructuur niet er omheen gelegd kunnen worden. Een aantal van de voorkomende habitattypen en natuurtypen zijn echter typisch voor het dynamische milieu en daardoor relatief veerkrachtig. Desondanks kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 1.12, 1.13, 2.01, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06, 2.07 en 2.08 in gevaar komen.

1.12	Behoud en herstel ongestoorde hoogwatervluchtplaatsen.
1.13	Behoud ongestoorde rustplaatsen en optimaal voortplantingshabitat.
2.01	Ruimte voor natuurlijke verstuiving.

2.02	Uitbreiding en herstel kwaliteit van grijze duinen.
2.03	Behoud oppervlakte en kwaliteit duinheiden met kraaihei en struikhei.
2.04	Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit van duinbossen.
2.05	Behoud oppervlakte en herstel kwaliteit vochtige duinvalleien.
2.06	Ontwikkeling heischrale graslanden.
2.07	Herstel duinbeken.
2.08	Herstel hydrologie/vochtgradiënt duinbossen.

Mede hierdoor is de effectbeoordeling voor ruimtebeslag in dit landschapstype negatief.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

In de kustzone is het niet tot zeer beperkt mogelijk grondwater te winnen om te voorzien in de waterbehoefte. Dit komt door de aanwezigheid van het brak-zoute grensvlak dicht onder maaiveld. Alleen in de duingebieden kan lokaal in de vorm van zoetwaterbellen sprake zijn van geschikt grondwater. Het eventueel onttrekken van dit grondwater zal echter gepaard gaan met negatieve effecten op de grondwaterstanden nabij maaiveld.

In de kustzone zijn geen grote oppervlaktewaterlichamen aanwezig in de nabijheid, die de potentie hebben om in de waterbehoefte te voorzien.

Binnen het landschapstype is er een groot verschil in gevoeligheid voor verdroging tussen verschillende habitattypen en natuurtypen. Relatief droge gebieden, zoals grijze duinen, duinheiden met struikhei en heischrale graslanden (droge kalkrijke variant) zijn niet gevoelig voor verdroging. Terwijl duinheiden met kraaihei, duinbossen en blauwgraslanden gevoelig en vochtige duinvalleien zelfs zeer gevoelig zijn voor verdroging. Door de grote morfologische verschillen die binnen de kustzone op relatief korte afstand van elkaar liggen is het risico echter groot dat er een gevoelig habitattype of natuurtype onder invloed van verdroging komt te staan. Een aantal van de voorkomende habitattypen en natuurtypen zijn echter typisch voor het dynamische milieu en daardoor veerkrachtig. Desondanks kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 2.05, 2.07 en 2.08 in gevaar komen.

2.05	Behoud oppervlakte en herstel kwaliteit vochtige duinvalleien.
2.07	Herstel duinbeken.
2.08	Herstel hydrologie/vochtgradiënt duinbossen.

Mede daarom, is de effectbeoordeling voor verdroging in dit landschapstype negatief.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De stikstofemissie door aanleg van de installaties en infrastructuur, alsmede tijdens de gebruiksfase, zal zorgen voor een toename van stikstofdepositie binnen dit landschapstype. Dit landschapstype herbergt zeer stikstofgevoelige habitattypen en natuurtypen, zoals grijze duinen, duinheiden, duinbossen, vochtige duinvalleien, heischrale graslanden en blauwgraslanden. Bij de beoordeling kan er niet vanuit worden

gegaan dat deze ontzien kunnen worden; stikstofdepositie reikt tot een zodanige afstand van de bronlocaties - een toename van 1 mol N/ha/jaar tot bijna 15 km vanaf de winningslocatie is niet uit te sluiten - dat het aannemelijk is dat habitattypen en natuurtypen die (zeer) gevoelig zijn voor verzuring/vermesting een toename van stikstofdepositie zullen ondervinden. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 2.02, 2.03, 2.04, 2.05 en 2.06 in gevaar komen.

2.02	Uitbreiding en herstel kwaliteit van grijze duinen.
2.03	Behoud oppervlakte en kwaliteit duinheiden met kraaihei en struikhei.
2.04	Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit van duinbossen.
2.05	Behoud oppervlakte en herstel kwaliteit vochtige duinvalleien.
2.06	Ontwikkeling heischrale graslanden.

De effectbeoordeling van stikstofdepositie in dit landschapstype is daarom negatief.

Verstoring
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Versnippering
Relevant tijdens: aanleg (boren, fracken, winnen en afwerking)

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

14.3.5 LAAGVEENGEBIED

In Tabel 14.20 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Voor dit landschapstype is er vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft ruimtebeslag, daarbij hebben de habitattypen/natuurtypen beperkte veerkracht
Effecten door verdroging	Voor dit landschapstype is er vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft verdroging, daarbij zijn de habitattypen/natuurtypen (zeer) gevoelig en hebben zij beperkte veerkracht
Effecten door stikstofdepositie	Door de reikwijdte van stikstofdepositie is er vrijwel geen kans op het ontzien van de (zeer) gevoelige habitattypen/natuurtypen binnen dit landschapstype
Effecten door verstoring	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door verstoring van aanwezige soorten
Effecten door versnippering	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door versnippering van leefgebied van aanwezige soorten

Tabel 14.20 Effectbeschrijving en -beoordeling laagveengebied

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De ondergrond in laagveengebieden bestaat uit verschillende veensoorten, hier en daar bedekt met een door de mens opgebrachte laag grond, die bestaat uit een mengsel van veen, zand, klei of een dun bezandingsdek. De veenpakketten die deel uit maken van de laagvenen, zijn grotendeels fossiel van karakter; dat wil zeggen dat ze niet meer aangroeien. Vaak is juist het omgekeerde het geval: door verlaagde grondwaterstanden vindt oxidatie van veen plaats, waardoor de dikte van veenpakketten afneemt.
Vergraving heeft op laagveen een negatief effect, aangezien het terugplaatsen van de vergraven grond niet voldoende is voor het herstel van een aantal habitattypen en natuurtypen die hier voorkomen.
In laagveengebieden komen ook grote oppervlakten open water voor. Het is echter niet mogelijk installaties in open water te plaatsen.
In tegenstelling tot droogmakerijen kan bij de beoordeling van laagveengebied niet worden uitgegaan van het ontzien van habitattypen; voor de aanleg van de installaties en infrastructuur zullen de habitattypen en natuurtypen vergraven worden, waarna de kwaliteit permanent verloren gaat. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 4.09 en 4.11 t/m 4.16 in gevaar komen.

4.09	Alle successiestadia laagveenverlanding in ruimte en tijd vertegenwoordigd.
4.11	Plas-dras situaties.
4.12	Herstel van grote oppervlaktes/brede zones overjarig riet, inclusief waterriet, door herstel van natuurlijke peildynamiek en tegengaan verdroging.
4.13	Behoud en herstel van brakke variant van ruigten en zomen in de laagveengebieden boven het IJ.
4.14	Behoud hoogveenbossen.
4.15	Herstel inundatie, behoud en nieuwvorming graslanden.
4.16	Voldoende rui- en rustgebieden voor watervogels.

Hierdoor is de effectbeoordeling voor ruimtebeslag in dit landschapstype negatief.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

De laagveengebieden in Noord-Nederland hebben potentie voor gespannen winning van. Dit geldt ook voor een groot deel van de laagveengebieden in Zuid-Holland. Hier geldt wel dat de laagveengebieden nabij de kust door de aanwezigheid van het brak-zout grensvlak dicht onder maaiveld zeer beperkte mogelijkheden kennen voor het onttrekken van grondwater. De kleinschalige laagveengebieden in Noord-Holland kennen ook beperkte mogelijkheden.

Voor de laagveengebieden in Zuid- en Noord-Holland behoort het onttrekken van oppervlaktewater voor grote delen technisch tot de mogelijkheden. Voor de laagveengebieden in Noord-Nederland is dit niet het geval.

De (tijdelijke) verdroging die gepaard gaat met het boren en fracken is als zeer ongunstig aan te merken in het laagveengebied. De vegetaties in een dergelijk gebied, blauwgraslanden, overgangs- en trilvenen en galigaanmoerassen zijn zeer gevoelig en herstellen slecht na verdroging. Binnen dit landschapstype is het risico groot dat habitattypen en natuurtypen onder invloed van verdroging raken.
In tegenstelling tot droogmakerijen kan bij de beoordeling van laagveengebied niet worden uitgegaan van het ontzien van habitattypen en natuurtypen; door de beperkte mogelijkheid om de winning van (grond)water zodanig te realiseren dat habitattypen worden ontzien, is het risico groot dat de habitattypen onder invloed komen van verdroging, waarna de kwaliteit permanent verloren gaat. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 4.09 en 4.11 t/m 4.15 in gevaar komen.

4.09	Alle successiestadia laagveenverlanding in ruimte en tijd vertegenwoordigd.
4.11	Plas-dras situaties.
4.12	Herstel van grote oppervlaktes/brede zones overjarig riet, inclusief waterriet, door herstel van natuurlijke peildynamiek en tegengaan verdroging.
4.13	Behoud en herstel van brakke variant van ruigten en zomen in de laagveengebieden boven het IJ.
4.14	Behoud hoogveenbossen.
4.15	Herstel inundatie, behoud en nieuwvorming graslanden.

Mede hierdoor is de effectbeoordeling voor verdroging in dit landschapstype negatief.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De stikstofemissie door aanleg van de installaties en infrastructuur, alsmede tijdens de gebruiksfase, zal zorgen voor een toename van stikstofdepositie binnen dit landschapstype. Dit landschapstype herbergt zeer stikstofgevoelige habitattypen en natuurtypen, zoals blauwgraslanden en overgangs- en trilvenen en gevoelige habitattypen als galigaanmoerassen, waarvoor een toenemende stikstofdepositie ongunstig is. Bij de beoordeling kan er niet vanuit worden gegaan dat deze ontzien kunnen worden; stikstofdepositie

reikt tot een zodanige afstand van de bronlocaties - een toename van 1 mol N/ha/jaar tot bijna 15 km vanaf de winningslocatie is niet uit te sluiten - dat het aannemelijk is dat habitattypen en natuurtypen die (zeer) gevoelig zijn voor verzuring/vermesting een toename van stikstofdepositie zullen ondervinden. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 4.09 en 4.14 in gevaar komen.

4.09	Alle successiestadia laagveenverlanding in ruimte en tijd vertegenwoordigd.
4.14	Behoud hoogveenbossen.

De effectbeoordeling van stikstofdepositie in dit landschapstype is daarom negatief.

Verstoring
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Versnippering
Relevant tijdens: aanleg (boren, fracken, winnen en afwerking)

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

14.3.6 RIVIERENGEBIED

In Tabel 14.21 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Voor dit landschapstype is er een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft ruimtebeslag, daarbij hebben de habitattypen/natuurtypen beperkte veerkracht
Effecten door verdroging	Voor dit landschapstype is er een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft verdroging, daarbij hebben de habitattypen/natuurtypen beperkte gevoeligheid of grote veerkracht
Effecten door stikstofdepositie	Door de reikwijdte van stikstofdepositie is er vrijwel geen kans op het ontzien van de (zeer) gevoelige habitattypen/natuurtypen binnen dit landschapstype
Effecten door verstoring	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door verstoring van aanwezige soorten
Effecten door versnippering	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door versnippering van leefgebied van aanwezige soorten

Tabel 14.21 Effectbeschrijving en -beoordeling rivierengebied

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

Dit landschapstype kenmerkt zich door dynamiek, veroorzaakt door de soms sterk wisselende waterstanden in de loop van het jaar. In een dergelijk dynamisch systeem is tijdelijk oppervlakteverlies niet altijd ongunstig. Plaatselijk komen waardevolle ooibossen en gras- en hooilanden voor. Bij de beoordeling wordt er vanuit gegaan dat deze mogelijk ontzien worden; dat wil zeggen dat de installaties en infrastructuur om dergelijke habitattypen en natuurtypen heen gelegd worden en niet er binnen. Dit zal in voorkomende gevallen kunnen, maar zal niet altijd mogelijk zijn. Wanneer dit niet mogelijk is kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 3.06 t/m 3.14 in gevaar komen.

3.06	Behoud en uitbreiding van meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, in de vorm van strangen, in het bijzonder herstel van krabbenscheervegetaties, ook als broedbiotoop van zwarte stern.
3.07	Vochtige alluviale bossen uitbreiden mede t.b.v. bever.
3.08	Kwaliteitsverbetering en uitbreiding rietmoeras met de daarbij behorende broedvogels.
3.09	Herstel glanshaver- en vossenstaarthooilanden en blauwgraslanden.
3.10	Behoud voldoende slaapplaatsen en foerageerterrein voor ganzen, kleine zwanen, grote zwanen en smient.
3.11	Laagdynamische wateren.
3.12	Behoud en uitbreiding van plas-dras situaties en ondiep water.
3.13	Kwaliteitsverbetering en uitbreiding van stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden.
3.14	Ontwikkeling droge hardhoutooibossen: groter oppervlakte en kwaliteitsverbetering.

De effectbeoordeling van ruimtebeslag in dit landschapstype is daarom beperkt negatief.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

De mogelijkheid voor het onttrekken van grondwater in het rivierengebied is divers. Langs de Maas en de IJssel zijn de mogelijkheden beperkt en betreft het vaak potentie tot freatische winning. In het rivierengebied centraal in Nederland is de potentie aanwezig voor gespannen winning van grondwater.

Het voorzien in de waterbehoefte in het rivierengebied vanuit het oppervlakte is vanuit een technisch oogpunt potentieel goed mogelijk. Veel van het gebied ligt in de nabijheid van grotere oppervlaktewaterlichamen met voldoende aanvoer van water.

Dit landschapstype kenmerkt zich door dynamiek, veroorzaakt door de soms sterk wisselende waterstanden in de loop van het jaar. In een dergelijk dynamisch systeem is (tijdelijke) verdroging niet altijd ongunstig. Plaatselijk komen vochtige alluviale bossen (zachthoutooibossen) voor die zeer gevoelig zijn voor verdroging. Daarnaast zijn glanshaver- en vossenstaarthooilanden gevoelig. Stroomdalgraslanden en droge hardhoutooibossen zijn niet gevoelig voor verdroging. Bij de beoordeling wordt er vanuit gegaan dat de (zeer) gevoelige habitattypen en natuurtypen ontzien kunnen worden; dat wil zeggen dat de winning van (grond)water zodanig gerealiseerd kan worden dat verdroging niet tot de betreffende habitattypen en natuurtypen reikt. Dit zal in voorkomende gevallen kunnen, maar zal niet

altijd mogelijk zijn. Wanneer dit niet mogelijk is kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 3.06 t/m 3.09 en 3.12 en 3.13 in gevaar komen.

3.06	Behoud en uitbreiding van meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, in de vorm van strangen, in het bijzonder herstel van krabbenscheervegetaties, ook als broedbiotoop van zwarte stern.
3.07	Vochtige alluviale bossen uitbreiden mede t.b.v. bever.
3.08	Kwaliteitsverbetering en uitbreiding rietmoeras met de daarbij behorende broedvogels.
3.09	Herstel glanshaver- en vossenstaarthooilanden en blauwgraslanden.
3.12	Behoud en uitbreiding van plas-dras situaties en ondiep water.
3.13	Kwaliteitsverbetering en uitbreiding van stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden.

De effectbeoordeling van verdroging in dit landschapstype is daarom beperkt negatief.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De stikstofemissie door aanleg van de installaties en infrastructuur, alsmede tijdens de gebruiksfase, zal zorgen voor een toename van stikstofdepositie binnen dit landschapstype. Dit landschapstype herbergt zeer stikstofgevoelige habitattypen en natuurtypen, zoals stroomdalgraslanden en gevoelige habitattypen als glanshaver- en vossenstaarthooilanden en droge hardhoutooibossen, waarvoor een toenemende stikstofdepositie ongunstig is. Bij de beoordeling kan er niet vanuit worden gegaan dat deze ontzien kunnen worden; stikstofdepositie reikt tot een zodanige afstand van de bronlocaties - een toename van 1 mol N/ha/jaar tot bijna 15 km vanaf de winningslocatie is niet uit te sluiten - dat habitattypen die (zeer) gevoelig zijn voor verzuring/vermesting een toename van stikstofdepositie zullen ondervinden. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 3.06, 3.09 en 3.13 in gevaar komen.

3.06	Behoud en uitbreiding van meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, in de vorm van strangen, in het bijzonder herstel van krabbenscheervegetaties, ook als broedbiotoop van zwarte stern.
3.09	Herstel glanshaver- en vossenstaarthooilanden en blauwgraslanden.
3.13	Kwaliteitsverbetering en uitbreiding van stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden.

De effectbeoordeling van stikstofdepositie in dit landschapstype is daarom negatief.

Verstoring
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Versnippering
Relevant tijdens: aanleg (boren, fracken, winnen en afwerking)

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

14.3.7 ZANDGEBIED

In Tabel 14.22 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Voor dit landschapstype is er een beperkte tot vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft ruimtebeslag, daarbij variëren de habitattypen/natuurtypen sterk in veerkracht
Effecten door verdroging	Voor dit landschapstype is er een grote tot vrijwel geen kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen (afhankelijk van de regio) voor wat betreft verdroging,
	daarbij hebben de habitattypen/natuurtypen beperkte gevoeligheid of grote veerkracht tot een (zeer) grote gevoeligheid en een beperkte veerkracht
Effecten door stikstofdepositie	Door de reikwijdte van stikstofdepositie is er vrijwel geen kans op het ontzien van de (zeer) gevoelige habitattypen/natuurtypen binnen dit landschapstype
Effecten door verstoring	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door verstoring van aanwezige soorten
Effecten door versnippering	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door versnippering van leefgebied van aanwezige soorten

Tabel 14.22 Effectbeschrijving en -beoordeling zandgebied

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De effectbeoordeling voor ruimtebeslag is voor het landschapstype zandgebied op te delen in twee delen: droog (met heide en bos) en nat (met beken en venen).

Droog
Het (tijdelijke) ruimtebeslag op het landschapstype zandgebied hoeft niet ongunstig te zijn. Binnen dit landschapstype komen grote oppervlakten heide en stuifzand voor, die kunnen profiteren van enige dynamiek in het systeem, zoals dat door begrazing en betreding geleverd wordt. Dit verzacht het negatieve effect van het tijdelijke ruimtebeslag enigszins.
Het zandgebied herbergt echter over het algemeen ook grote oppervlakten bos. Enerzijds gaat het hierbij om grote boswachterijen met aanplantingen van dennen en sparren, die relatief weinig waarde hebben en niet als beschermd habitattype of natuurtype gekenmerkt zijn. Het zandgebied herbergt echter ook aanzienlijke oppervlakten zure, voedselarme bossen met berken, eiken en beuk, die wel waardevol zijn. Vergravingen en ruimtebeslag binnen een bosareaal is als ongunstig te beschouwen, aangezien het oppervlakteverlies langdurig is en het effect lang na zal ijlen. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 6.08 t/m 6.14 in gevaar komen.

6.08	Vergroting areaal en verbeteren van de kwaliteit door vergroting van de variatie in structuur en ontwikkeling van geleidelijke overgangen met bos.
6.09	Verbinden heide- en stuifzandcomplexen met het oog op fauna.
6.10	Herstel gevarieerd leefgebied voor de korhoen met rijk gestructureerde heiden, voldoende rust en geschikte foerageergebieden buiten de heidevelden.
6.11	Behoud areaal en kwaliteitsverbetering jeneverbesstruwelen.
6.12	Vergroting areaal gevarieerde zandverstuivingen met overgangen naar droge heiden en open bossen.
6.13	Behoud areaal oude eikenbossen (m.n. strubbebossen) en verbeteren kwaliteit.
6.14	Uitbreiden tot substantiële oppervlakten beuken-eikenbossen met hulst en verbeteren kwaliteit (o.a. boomsamenstelling en leeftijdsopbouw).

Deze twee overwegingen leveren samen een negatieve effectbeoordeling op voor ruimtebeslag op het droge deel van dit landschapstype.

Nat
Ruimtebeslag door vergraving in het zandgebied is in de nabijheid van typische beek- en veenhabitattypen als zeer ongunstig aan te merken. In deze ecosystemen is de plaatselijke morfologie van groot belang. Deze bepaalt onder andere de lokale variatie in grond- en oppervlaktewaterinvloed, die weer bepalend is voor het voorkomen van de kenmerkende habitattypen en natuurtypen.
Bij vergraving wordt deze morfologie aangetast, waardoor de habitattypen en natuurtypen ook aangetast worden. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 6.01 t/m 6.07 in gevaar komen.

6.01	Herstel en behoud van grote zeer zwak gebufferde vennen in grote open heidevelden.
6.02	Kwaliteitsverbetering (ook later successiestadia) van zwakgebufferde vennen.
6.03	Kwaliteitsverbetering van zure vennen.
6.04	Kwaliteitsverbetering van actieve hoogvenen.
6.05	Kwaliteitsverbetering en vergroting oppervlakte vochtige heiden en pioniervegetaties met snavelbiezen en actieve hoogvenen.
6.06	Kwaliteitsverbetering en (indien mogelijk) oppervlakte uitbreiding heischrale graslanden en blauwgraslanden.
6.07	Verbeteren kwaliteit en voor zover mogelijk uitbreiding areaal eiken-haagbeukenbossen.

De effectbeoordeling van ruimtebeslag op het natte deel van dit landschapstype is daarom negatief.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Veruit het grootste deel van de potentieel schaliegashoudende lagen is gelegen onder het landschapstype 'zandgebied'. Daarmee is de potentie voor de winning van grondwater ook divers. In de zandgebieden van Oost-Nederland geldt dat voor de oostelijke helft er zeer beperkt mogelijkheden zijn voor grondwaterwinning. Het westelijke deel kent wel mogelijkheden maar voor freatisch winnen met potentieel grondwaterstandverlagingen aan maaiveld tot gevolg.

De zandgebieden in Noord-Nederland kennen over het algemeen wel de potentie voor het winnen van grondwater.
De zandgebieden in Zuid-Nederland kent deze potentie ook, voornamelijk voor de Brabantse zandgronden (veelal potentie tot gespannen winnen). De Limburgse zandgronden hebben minder potentie en daar is ook veelal sprake van freatisch winnen.

Op de omgeving van de Twentekanalen in Oost-Nederland na, zijn de mogelijkheden tot het onttrekken van oppervlaktewater voor de waterbehoefte, binnen de zandgebieden beperkt.

Droog
De (tijdelijke) verdroging op het landschapstype zandgebied hoeft niet ongunstig te zijn. Binnen dit landschapstype komen grote oppervlakten heide en stuifzand voor, die niet gevoelig zijn voor verdroging En ook bossen van de drogere delen, zoals eiken-haagbeukenbossen, zijn niet gevoelig voor verdroging. Enerzijds gaat het hierbij om grote boswachterijen met aanplantingen van dennen en sparren, die relatief weinig waarde hebben en niet als beschermd habitattype gekenmerkt zijn.

Zolang verdroging uitsluitend binnen deze voor verdroging ongevoelige habitattypen en natuurtypen plaatsvindt, zullen geen negatieve effecten optreden: neutraal.

Nat
Verdroging in het zandgebied is in de nabijheid van typische beek- en veenhabitattypen als zeer ongunstig aan te merken. In deze ecosystemen is de plaatselijke morfologie van groot belang. Deze bepaalt onder andere de lokale variatie in grond- en oppervlaktewaterinvloed, die weer bepalend is voor het voorkomen van de kenmerkende habitattypen en natuurtypen.
De beek- en veenvegetaties zijn zeer gevoelig en herstellen slecht na verdroging. Binnen dit deel van landschapstype zandgebied is het risico groot dat habitattypen en natuurtypen onder invloed van verdroging raken, waarna de kwaliteit permanent verloren gaat. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 6.01 t/m 6.07 in gevaar komen.

6.01	Herstel en behoud van grote zeer zwak gebufferde vennen in grote open heidevelden.
6.02	Kwaliteitsverbetering (ook later successiestadia) van zwakgebufferde vennen.
6.03	Kwaliteitsverbetering van zure vennen.
6.04	Kwaliteitsverbetering van actieve hoogvenen.
6.05	Kwaliteitsverbetering en vergroting oppervlakte vochtige heiden en pioniervegetaties met snavelbiezen en actieve hoogvenen.
6.06	Kwaliteitsverbetering en (indien mogelijk) oppervlakte uitbreiding heischrale graslanden en blauwgraslanden.
6.07	Verbeteren kwaliteit en voor zover mogelijk uitbreiding areaal eiken-haagbeukenbossen.

De effectbeoordeling van verdroging op het natte deel van dit landschapstype is daarom negatief.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De stikstofemissie door aanleg van de installaties en infrastructuur, alsmede tijdens de gebruiksfase, zal zorgen voor een toename van stikstofdepositie binnen dit landschapstype. Dit landschapstype herbergt zeer stikstofgevoelige habitattypen en natuurtypen, zoals stuifzandheiden met struikhei, kraaiheibegroeiingen, zandverstuivingen, heischrale graslanden, blauwgraslanden en diverse aan venen

en vennen geassocieerde habitattypen, en gevoelige habitattypen en natuurtypen als eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden) en vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen), waarvoor een toenemende stikstofdepositie ongunstig is. Bij de beoordeling kan er niet vanuit worden gegaan dat deze ontzien kunnen worden; stikstofdepositie reikt tot een zodanige afstand van de bronlocaties - een toename van 1 mol N/ha/jaar tot bijna 15 km vanaf de winningslocatie is niet uit te sluiten - dat het aannemelijk is dat habitattypen en natuurtypen die (zeer) gevoelig zijn voor verzuring/vermesting een toename van stikstofdepositie zullen ondervinden. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 6.01 t/m 6.08 en 6.11 t/m 6.14 in gevaar komen.

6.01	Herstel en behoud van grote zeer zwak gebufferde vennen in grote open heidevelden.
6.02	Kwaliteitsverbetering (ook later successiestadia) van zwakgebufferde vennen.
6.03	Kwaliteitsverbetering van zure vennen.
6.04	Kwaliteitsverbetering van actieve hoogvenen.
6.05	Kwaliteitsverbetering en vergroting oppervlakte vochtige heiden en pioniervegetaties met snavelbiezen en actieve hoogvenen.
6.06	Kwaliteitsverbetering en (indien mogelijk) oppervlakte uitbreiding heischrale graslanden en blauwgraslanden.
6.07	Verbeteren kwaliteit en voor zover mogelijk uitbreiding areaal eiken-haagbeukenbossen.
6.08	Vergroting areaal en verbeteren van de kwaliteit door vergroting van de variatie in structuur en ontwikkeling van geleidelijke overgangen met bos.
6.11	Behoud areaal en kwaliteitsverbetering jeneverbesstruwelen.
6.12	Vergroting areaal gevarieerde zandverstuivingen met overgangen naar droge heiden en open bossen.
6.13	Behoud areaal oude eikenbossen (m.n. strubbebossen) en verbeteren kwaliteit.
6.14	Uitbreiden tot substantiële oppervlakten beuken-eikenbossen met hulst en verbeteren kwaliteit (o.a. boomsamenstelling en leeftijdsopbouw).

De effectbeoordeling van stikstofdepositie in dit landschapstype is daarom negatief.

Verstoring
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Versnippering
Relevant tijdens: aanleg (boren, fracken, winnen en afwerking)

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

14.3.8 ZEEKLEIGEBIED

In Tabel 14.23 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Voor dit landschapstype is er een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft ruimtebeslag, daarbij hebben de habitattypen/natuurtypen beperkte veerkracht
Effecten door verdroging	Voor dit landschapstype is er een grote kans op het ontzien van habitattypen/natuurtypen voor wat betreft verdroging, daarbij hebben de habitattypen/natuurtypen beperkte veerkracht
Effecten door stikstofdepositie	Door de reikwijdte van stikstofdepositie is er vrijwel geen kans op het ontzien van de (zeer) gevoelige habitattypen/natuurtypen binnen dit landschapstype
Effecten door verstoring	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door verstoring van aanwezige soorten
Effecten door versnippering	Door de sterke locatieafhankelijkheid van dit effect bestaat er voor dit landschapstype een risico op negatieve effecten door versnippering van leefgebied van aanwezige soorten

Tabel 14.23 Effectbeschrijving en -beoordeling zeekleigebied

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

Het zeekleigebied is een betrekkelijk soortenarm en weinig gevarieerd landschap. Het (tijdelijke) oppervlakteverlies door aanleg van de installaties en infrastructuur zal in het algemeen geen groot nadelig effect opleveren op de natuurwaarden in deze gebieden. Een klein deel van sommige van deze gebieden herbergt echter kwetsbare habitattypen en natuurtypen, zoals de zilte graslanden, waarvoor (tijdelijk) ruimtebeslag ongunstig is. Bij de beoordeling wordt er echter vanuit gegaan dat deze ontzien worden; dat wil zeggen dat de installaties en infrastructuur er omheen gelegd wordt en niet er binnen. Dit zal immers in de meeste gevallen goed mogelijk zijn door de beperkte oppervlakte die de habitattypen en natuurtypen innemen. Desondanks kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 1.16 t/m 1.19 in gevaar komen.

1.16	Behoud (Waddenzee) en herstel (Delta) van schorren en zilte graslanden.
1.17	Behoud habitat broedvogels en foerageergebied voor ganzen.
1.18	Behoud levensomstandigheden kruipend moerasscherm.
1.19	Behoud en ontwikkeling kwaliteit binnendijkse brakke gebieden.

De effectbeoordeling van ruimtebeslag in dit landschapstype is daarom beperkt negatief.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Voor vrijwel het gehele zeekleigebied geldt dat het onttrekken van grondwater om in de waterbehoefte te voorzien niet of zeer beperkt mogelijk is. Dit is voornamelijk het gevolg van het brak-zout grensvlak dat hier dicht aan maaiveld aanwezig is. Ook zijn de aanwezige watervoerende pakketten in de ondergrond gering in omvang.

Voor het zeekleigebied behoort het onttrekken vanuit het oppervlaktewater voor een groot deel van het gebied tot de mogelijkheden (met uitzondering van het zeekleigebied in Groningen).

Het zeekleigebied is een betrekkelijk soortenarm en weinig gevarieerd landschap. De (tijdelijke) verdroging door boren en fracken zal in het algemeen geen groot nadelig effect opleveren op de natuurwaarden in deze gebieden. Een klein deel van sommige van deze gebieden herbergt echter kwetsbare habitattypen en natuurtypen, zoals de zilte graslanden, waarvoor (tijdelijke) verdroging ongunstig is. Bij de beoordeling wordt er echter vanuit gegaan dat de gevoelige habitattypen ontzien worden; dat wil zeggen dat de winning van (grond)water zodanig gerealiseerd kan worden dat de verdroging niet tot binnen de habitattypen en natuurtypen reikt. Dit zal immers in de meeste gevallen goed mogelijk zijn door de beperkte oppervlakte die de habitattypen en natuurtypen innemen. Desondanks kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 1.16 t/m 1.19 in gevaar komen.

1.16	Behoud (Waddenzee) en herstel (Delta) van schorren en zilte graslanden.
1.17	Behoud habitat broedvogels en foerageergebied voor ganzen.
1.18	Behoud levensomstandigheden kruipend moerasscherm.
1.19	Behoud en ontwikkeling kwaliteit binnendijkse brakke gebieden.

De effectbeoordeling van verdroging in dit landschapstype is daarom beperkt negatief.

Stikstofdepositie

Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De stikstofemissie door aanleg van de installaties en infrastructuur, alsmede tijdens de gebruiksfase, zal zorgen voor een toename van stikstofdepositie binnen dit landschapstype. Dit landschapstype herbergt gevoelige habitattypen en natuurtypen als zilte pionierbegroeiingen en schorren en zilte graslanden, waarvoor een toenemende stikstofdepositie ongunstig is. Bij de beoordeling kan er niet vanuit worden gegaan dat deze ontzien kunnen worden; stikstofdepositie reikt tot een zodanige afstand van de bronlocaties - een toename van 1 mol N/ha/jaar tot bijna 15 km vanaf de winningslocatie is niet uit te sluiten - dat het aannemelijk is dat habitattypen die gevoelig zijn voor verzuring/vermesting een toename van stikstofdepositie zullen ondervinden. Daardoor kan onder meer de realisatie van de kernopgaven 1.16 en 1.18 in gevaar komen.

1.16	Behoud (Waddenzee) en herstel (Delta) van schorren en zilte graslanden.
1.18	Behoud levensomstandigheden kruipend moerasscherm.

De effectbeoordeling van stikstofdepositie in dit landschapstype is daarom negatief.

Verstoring

Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

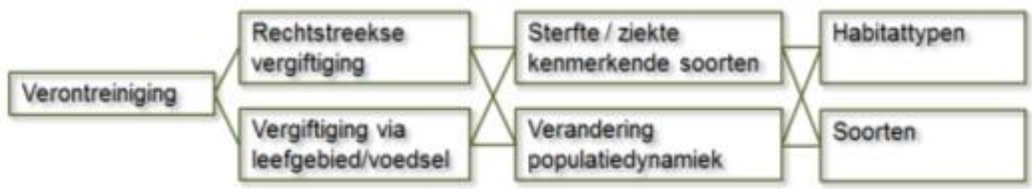
Versnippering
Relevant tijdens: aanleg (boren, fracken, winnen en afwerking)

Dit effect is niet onderscheidend tussen de landschapstypen en wordt als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

14.4 EFFECTBESCHRIJVING EN -BEOORDELING IN GEVAL VAN CALAMITEITEN

14.4.1 ALGEMEEN

Het effect van calamiteiten op natuur heeft vrijwel uitsluitend te maken met verontreiniging die direct of indirect voor vergiftiging - en daardoor voor ziekte en sterfte onder flora en fauna en ecosysteemveranderingen - zorgt. De aard van de verontreiniging kan worden onderscheiden in verontreiniging van bodem, oppervlaktewater en grondwater. Belangrijke factoren in de ernst van een verontreiniging zijn de aard van de verontreiniging (samenstelling chemische stoffen), de omvang van het verontreinigde gebied, de duur van de aanwezigheid van toxische concentraties en de mogelijkheid om de verontreiniging op te ruimen. Wanneer de verontreiniging niet of alleen deels kan worden verwijderd, bestaat er een risico op bio-accumulatie: ophoping van toxische stoffen in bepaalde organismen. Verontreiniging werkt door op zowel habitattypen als soorten (Figuur 14.12).



Figuur 14.12 Effectketen verontreiniging

Mogelijk verontreinigende stoffen
Voor de beschouwing van de effecten op het bodem- en watersysteem zijn voor deze PlanMER de meest persistente, mobiele en toxische componenten het meest relevant. Er wordt van uit gegaan dat de impacts van andere componenten vallen binnen de gevolgen van deze stoffen.

- Biocide gluteraldehyde; concentratie in frackvloeistof tot 37 mg/l, voor biocides wordt in de EU een drinkwaternorm gehanteerd van 0,1 µg/l.
- Kleistabilisator tetramethylammoniumchloride; concentratie in frackvloeistof 854 mg/l, geen toxiciteitsdata bekend en daarmee geen norm vastgesteld.
- Benzeen; komt voor in productiewater tot 100mg/l, en in hogere concentraties in condensaat. Kent strenge toetsingswaarden Bodembescherming en eveneens lage drinkwaternormen <1,0 µg/l. Probleemstof op veel olie en gaslocaties.

Calamiteiten met mogelijk de grootste oppervlaktewater-, grondwater en bodemrisico’s zullen in de praktijk van de gaswinning vooral veroorzaakt worden door lekkages van het productiewater en het condensaat. Ook speelt de kans op een calamiteit bij transport van productiewater van de productielocatie naar de verwerking op de gasbehandelingsinstallatie. Een derde risico betreft het falen van de opslag van vuil water, maar omdat hiervoor secundaire voorzieningen verplicht zijn, is dit risico al beduidend lager.

Gluteraldehyde wordt door de leveranciers van het product aangegeven als “zeer giftig voor in het water levende organismen’ en kan ‘in het aquatisch milieu op lange termijn nadelige effecten veroorzaken”. Over mobiliteit, bio-accumulatie en ecotoxiciteitseffecten is niets bekend. Ook tetramethylammoniumchloride kan in het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten veroorzaken. Dit is te lezen op veiligheidsbladen van leveranciers van deze stoffen. Benzeen is kankerverwekkend.

Er zijn verschillende factoren die de ernst van een verontreiniging kunnen beperken:
- Wanneer de plek van de verontreiniging van de bodem of water gefixeerd is of kan worden is de kans groter dat de verontreiniging verwijderd en afgevoerd kan worden.
- Wanneer de verontreiniging snel wordt verdund, bijvoorbeeld in een groot oppervlaktewater, dan is de concentratie snel verlaagd tot onder de toxische normen.

Behandelde aspecten per landschapstype

Bodemverontreiniging

Belangrijkste factoren die de mate en duur van bodemverontreiniging bepalen, zijn de doorlaatbaarheid van de bodem, de mate van hechting en de mate van doorspoeling.

Grondwaterverontreiniging

Belangrijkste factoren die de mate en duur van grondwaterverontreiniging bepalen zijn de aan- of afwezigheid van watervoerende lagen en oppervlaktewater.

Oppervlaktewaterverontreiniging

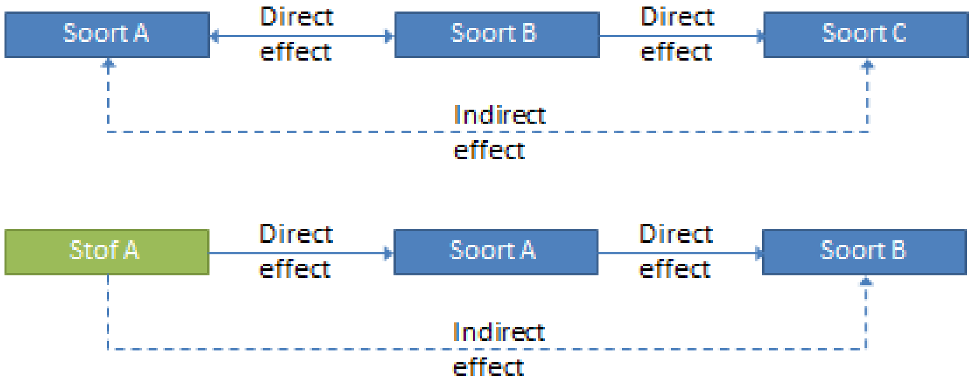
Belangrijkste factoren die de mate en duur van oppervlaktewaterverontreiniging bepalen zijn grootte van het oppervlaktewatervolume en afvoer/stroming.

Effecten op (aquatische) ecologie

Een verontreiniging in grond- of oppervlaktewater heeft veelal effect op de ecologie. De mate van effect kan sterk verschillen en is van vele factoren afhankelijk. Het is al zeer complex om het precieze effect van een verontreiniging voor één vastgestelde locatie te bepalen. Het bepalen van een effect op het detailniveau van een landschapstype is niet mogelijk. Daarom focust deze beschrijving zich op een kwalitatieve beschouwing van wat de impact op de ecologie kan zijn. Voor elk landschapstype is dezelfde effectbeoordeling gegeven; in verband met het locatiespecifieke karakter zijn effecten door verontreiniging (calamiteiten) niet onderscheidend op het niveau van het PlanMER.
Er is gekeken naar een calamiteit waarbij water met een onbekende samenstelling vrijkomt: er wordt niet gekeken naar het effect van één specifieke stof, maar naar het effect van een willekeurige verontreiniging. De effectbeschrijving richt zich dan ook niet op een selectie van de drie genoemde stoffen maar bekijkt het breder. Stoffen hebben verschillende routes om impact te hebben op basis van de kenmerken van de stof. Bijvoorbeeld in opgeloste vorm in het water, of juist doordat het bindt aan sedimentdeeltjes. Van de waterstromen bij het schaliegasproces is bekend dat er zeer hoge zoutgehalten in kunnen optreden. Een verontreiniging met chloride verandert een leefmilieu drastisch wanneer sprake is van beperkte verdunning en beperkte doorspoeling.

Om inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van een verontreiniging is het van belang te weten hoe een verontreiniging in kan grijpen op de ecologie. Dit is weergegeven in de systematische weergave in Figuur 14.13. Een verontreiniging kan zowel directe als indirecte effecten hebben. Directe effecten op een soort betreffen bijvoorbeeld sterfte of verzwakking door rechtsreekse vergiftiging. Indirecte effecten op een soort betreffen bijvoorbeeld het verlies van prooidieren of een veranderde concurrentiepositie door het

verdwijnen van andere soorten door vergiftiging. De prooi of concurrent is in dit geval wel gevoelig voor de verontreiniging. In het geval van verlies van prooien kan een soort niet meer genoeg voedsel vinden in zijn leefgebied, waardoor de populatie in omvang afneemt of het leefgebied verlegt. In het geval van verlies van concurrenten verbetert de positie van een soort juist, waardoor de populatie in omvang toeneemt. Figuur 14.13 illustreert deze directe en indirecte effecten.



Figuur 14.13 Directe en indirecte effecten

Directe en indirecte effecten.

Om een beeld te geven wat directe en indirecte effecten inhouden, volgt hieronder een beschrijving aan de hand van voorbeelden met betrekking tot Figuur 14.13:

Direct: Stof A is toxisch voor soort A. Hierdoor sterft (een groot deel van) de populatie van soort A in een gebied. Dit is een direct effect van stof A op soort A. Soort B leeft ook in het gebied en soort A is een belangrijke voedselbron voor soort B. Door het wegvallen van (een groot deel van) de populatie van soort A treedt er voedselschaarste op voor soort B. Hierdoor neemt de populatie van soort B in het gebied af. Dit is een direct effect van soort A op soort B.
Indirect: In bovenstaand voorbeeld heeft stof A indirect effect op soort B. Immers, stof A zorgt ervoor dat door het sterven van soort A de populatie van soort B niet meer genoeg voedsel kan vinden.

Soorten kunnen op elkaar ingrijpen omdat er een predator-prooi relatie is in de voedselketen (beide soorten bevinden zich op een ander trofisch niveau in de voedselketen), maar er zijn ook andere voorbeelden. Zo kan het ook zijn dat soort A en B concurrenten zijn voor hetzelfde voedsel. Als soort A dan deels wegvalt door stof A, zal soort A als populatie minder voedsel eten, en blijft er meer voedsel over voor soort B. Dit werkt ook door op andere soorten: soort C en verder. Het is ook mogelijk dat soort B nog niet in het gebied voorkwam, maar door het wegvallen van soort A kunnen er mogelijkheden ontstaan voor soort B om zich in het gebied te vestigen.

De directe effecten worden bepaald door volume van lozing, specifieke stoffen en concentraties van deze stoffen in de lozing, maar ook door de eigenschappen van het ontvangende oppervlaktewater (met name volume en doorstroming). Op basis van de concentraties in frackvloeistof, geproduceerd water en condensaat zijn effecten te verwachten. Volgens de milieurisicoanalyse (MRA) in Bijlage 6 zijn deze effecten veelal in de categorie verwaarloosbaar risico of acceptabel risico. Echter, dit betekent niet dat er nooit een effect op natuur zichtbaar is. Hieronder wordt kort ingegaan op deze mogelijke effecten.

Gevolgen voor het ecosysteem

Een ecosysteem heeft als eigenschap dat het zich aanpast aan nieuwe omstandigheden, maar ook dat het na een tijdelijke verandering kan herstellen naar de oorspronkelijke situatie. Het kan zijn dat door herstel van de omstandigheden na de verontreiniging de oorspronkelijke leefgemeenschap zich opnieuw ontwikkelt en de situatie volledig herstelt, maar de verontreiniging kan ook leiden tot de ontwikkeling van een nieuwe leefgemeenschap met andere soorten, zelfs wanneer de omstandigheden na verloop van tijd zich weer herstellen. Dit laatste vormt met name een bedreiging voor reeds bedreigde soorten en leefgemeenschappen, en soorten en leefgemeenschappen die reeds veel stress ervaren.
Wanneer door een verontreiniging een aantal organismen in een gebied is verdwenen, geeft dit ruimte voor nieuwe organismen. Het kunnen dezelfde soorten zijn die terugkomen, maar ook andere. Vaak zijn de eerste kolonisatoren (pioniers) na een verontreiniging niet de meest zeldzame en waardevolle soorten. Voor gebieden met hogere ecologische waarden is een verontreiniging dan ook potentieel een groter gevaar.

De effectbeoordeling op (aquatische) ecologie is uitgevoerd door per landschapstype te kijken naar:

- Is er in het landschapstype reeds sprake van veel stressfactoren zoals verdroging, vermesting en verzuring wat de kans op goed herstel verkleint?
- Omvat dit landschapstype veel kwetsbare soorten en habitattypen?
- Biedt dit landschapstype goede kans voor herkolonisatie door kenmerkende soorten (op basis van type watersysteem in dit gebied)?

Het is echter niet te voorspellen wat het precieze effect is op het detailniveau van landschapstypen. Er zijn veel lokale factoren van belang waardoor het effect op verschillende locaties binnen één landschapstype sterk kan verschillen. Voor alle landschapstypen geldt dat het effect kan variëren tussen de volgende twee uitersten (en alles hier tussenin):

- <u>Minimaal effect</u> De verontreiniging heeft nauwelijks waarneembare effecten. De stoffen verdunnen snel en de toxiciteit is hiermee snel afgenomen. De soorten die in eerste instantie beïnvloed zijn door de verontreiniging, herstellen zich snel omdat vanuit de omgeving individuen het gebied snel weer kunnen herkoloniseren. De leefgemeenschap zal misschien kleine veranderingen ondergaan maar dit leidt niet tot een duidelijk waarneembaar effect van de verontreiniging.
- <u>Maximaal effect</u> De verontreiniging komt terecht op een stagnant en/of vrijwel geïsoleerd watersysteem. Doorstroming is hierdoor nagenoeg afwezig en de toxiciteit van de stoffen blijft langer in het systeem. Dit heeft directe effecten op meerdere soorten in het systeem en raakt daarmee meerdere trofische niveaus van het ecosysteem. Omdat een groot aantal soorten direct of indirect geraakt worden door de verontreiniging is de impact groter. Het duurt langer voordat zich weer een min of meer stabiel ecosysteem heeft gevormd, en de veranderingen ten opzichte van de situatie vóór de verontreiniging zijn groter.

Met behulp van de drie eerder genoemde vragen is een inschatting gemaakt waar het betreffende landschapstype zich bevindt in bovenstaand spectrum: minimaal effect of maximaal effect?

14.4.2 DROOGMAKERIJEN

Bodemverontreiniging en grondwaterverontreiniging

De droogmakerijen bezitten over het algemeen een slecht waterdoorlatende deklaag bestaande uit klei- en/of veenlagen afgewisseld met zandige lagen. De totale dikte van deze deklaag bedraagt in totaal 5 tot 15 meter. De uit veen bestaande toplaag in de polder is vaak door turfwinning of erosie verdwenen. Hieronder bevinden zich goed waterdoorlatende grofzandige afzettingen. Verontreiniging kan, bij afwezigheid van een slecht waterdoorlatende deklaag, in de bodem en het grondwater verspreiden, zal

daardoor moeilijk te verwijderen zijn en daardoor het landecosysteem langdurig negatief kunnen beïnvloeden. Dit is in de droogmakerijen doorgaans niet het geval door de slecht waterdoorlatende deklaag.

Oppervlaktewaterverontreiniging
Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen. Met gemalen wordt het kwelwater en neerslag op open water of een ringvaart geloosd. Aan maaiveld infiltrerend (regen-)water wordt in dit systeem in voor bodembegrippen relatief korte termijn afgevoerd via de sloten. Door de mogelijkheid om af te voeren naar groot oppervlaktewater kunnen toxische concentraties snel worden verdund tot minder toxische concentraties. Voor stoffen waarbij een risico is op bio-accumulatie bestaat in dit systeem de mogelijkheid om de watergangen af te sluiten en verontreinigd water weg te pompen en af te voeren, waardoor het uit het ecosysteem wordt verwijderd.

Effecten op (aquatische) ecologie
Op droogmakerijen is met name het MRA-scenario voor sloten van toepassing, waarvoor het effect als negatief is beoordeeld. De poldersystemen in de droogmakerijen hebben vaak te maken met vermesting en verzilting, waardoor een gemiddelde sloot vaak weinig bijzondere soorten herbergt. Daarmee is het wel van belang om de bijzondere gebieden met hogere natuurwaarden binnen de droogmakerijen goed te beschermen.
In droogmakerijen is vaak een fijnmazig watersysteem aanwezig, waardoor een verontreiniging lokaal gehouden kan worden. Dit biedt veel kansen voor herkolonisatie door kenmerkende soorten. De effectbeoordeling is daarom beperkt negatief.

14.4.3 HEUVELLAND

Bodemverontreiniging en grondwaterverontreiniging
Op de Maasterrassen in het heuvelland voeren de kleinere beeksystemen de oppervlakkige afstroming van neerslag in het gebied af. De insnijdingen van deze beeksystemen hebben geleid tot een heuvellandschap met beekdalen. Een dicht net van sloten is niet aanwezig. Neerslag infiltreert in de bodem en door de naar beneden gerichte grondwaterstroming vult het zo diepere grondwater aan. Wanneer de bodem de neerslag niet meer op kan nemen stroomt het water op- en vlak onder het oppervlak af. De ondiepe infiltratie van neerslag wordt deels afgevangen door de beekdalsystemen. De diepere grondwaterstroming is gericht naar de Maas maar wordt ook beïnvloed door de grondwateronttrekkingen rond de bruinkoolwinning in Duitsland. De grondwaterstanden zijn op de heuvels en op de Maasterrassen zeer diep (meer dan 5 meter onder het maaiveld). Verontreiniging kan, door de afwezigheid van sloten en de soms diepe grondwaterstanden, langdurig in de bodem en het grondwater aanwezig blijven, zal daardoor moeilijk te verwijderen zijn en daardoor het landecosysteem langdurig negatief kunnen beïnvloeden.

Oppervlaktewaterverontreiniging
Op de Maasterrassen in het heuvelland voeren de kleinere beeksystemen de oppervlakkige afstroming van neerslag in het gebied af. De insnijdingen van deze beeksystemen hebben geleid tot een heuvellandschap met beekdalen. Een dicht net van sloten is niet aanwezig. Neerslag infiltreert in de bodem en door de naar beneden gerichte grondwaterstroming vult het zo diepere grondwater aan. Wanneer de bodem de neerslag niet meer op kan nemen stroomt het water op- en vlak onder het oppervlak af. De ondiepe infiltratie van neerslag wordt deels afgevangen door de beekdalsystemen. Door de mogelijkheid om af te voeren naar de Maas kunnen toxische concentraties snel worden verdund tot minder toxische concentraties. Voor stoffen waarbij een risico is op bio-accumulatie bestaat in dit systeem niet de mogelijkheid om de watergangen af te sluiten en kan verontreinigd water niet worden weggepompt en

gecontroleerd worden afgevoerd. Hierdoor kunnen ongewenste stoffen met trage afbraak niet uit het ecosysteem worden verwijderd.

Effecten op (aquatische) ecologie
Op het heuvelland is met name het MRA-scenario voor rivieren van toepassing, waarvoor het effect als beperkt negatief is beoordeeld. Het heuvellandschap kenmerkt zich doordat het een minder intensief watersysteem heeft. De watergangen die er zijn, zijn veelal stromende beken en wateren. De huidige stressfactoren zijn met name vermesting en verdroging.
Dit watersysteem bemoeilijkt herkolonisatie door kenmerkende soorten. Herkolonisatie is mogelijk langs de loop van de beek, maar het systeem is minder vertakt waardoor de kansen kleiner zijn en het meer tijd zal kosten. De effectbeoordeling is daarom negatief.

14.4.4 VEENKOLONIËN

Bodemverontreiniging en grondwaterverontreiniging
De voormalige hoogveengebieden betreffen veenafzettingen in van oudsher natte gebieden. De groei van veen werd veroorzaakt door slecht doorlatende lagen in de zandige ondergrond waarop het neerslagwater stagneerde. Deze slecht doorlatende lagen bestaan in het noorden uit keileem en het zuiden uit leem. Onder de slecht doorlatende laag bevinden zich goed doorlatende grovere zandige afzettingen.

In de veenkoloniën zijn de venige lagen vrijwel geheel afgegraven. Dit resulteerde in hoofzakelijk zandige bodems aan het oppervlak, met lokaal nog een restant veen. In het kader van landinrichtingen zijn veel watergangen gedempt. Het neerslagwater infiltreert en er is een voornamelijk verticaal gerichte grondwaterstroom naar de diepere, goed doorlatende lagen. Verontreiniging kan, door de afwezigheid van sloten en de verticale grondwaterstromen, langdurig in de bodem en het grondwater aanwezig blijven, zal daardoor moeilijk te verwijderen zijn en daardoor het landecosysteem langdurig negatief kunnen beïnvloeden.

Oppervlaktewaterverontreiniging
In het kader van landinrichtingen zijn veel watergangen gedempt. Het neerslagwater infiltreert en er is een voornamelijk verticaal gerichte grondwaterstroom naar de diepere, goed doorlatende lagen. Door de afwezigheid van de mogelijkheid om af te voeren naar grote oppervlaktewateren kunnen toxische concentraties niet worden verdund tot minder toxische concentraties. Voor stoffen waarbij een risico is op bio-accumulatie bestaat in dit systeem geen mogelijkheid om verontreinigd water weg te pompen zonder de venen te laten droogstaan. Hierdoor kunnen ongewenste stoffen met trage afbraak niet uit het ecosysteem worden verwijderd, zonder daarbij het ecosysteem langdurige schade toe te richten.

Effecten op (aquatische) ecologie
Op veenkoloniën is met name het MRA-scenario voor sloten van toepassing, waarvoor het effect als negatief is beoordeeld. De veenkoloniën vormen een kwetsbaar landschap. Er worden vaak al vele stressfactoren ervaren zoals vermesting verzuring en verdroging. Dit leidt ook tot veenafbraak in de hoogveengebieden. De veerkracht van het systeem is beperkt en het herstel na een verontreiniging wordt hierdoor bemoeilijkt.
De veenkoloniën variëren sterk: er zijn gebieden die monotoon zijn en weinig specifieke/bijzondere soorten herbergen, en ook gebieden die nog typische hoogveensoorten herbergen. Deze soorten zijn waardevol en kwetsbaar.
De herkolonisatiemogelijkheid in de veenkoloniën is redelijk voor kenmerkende soorten. Het watersysteem biedt migratiemogelijkheden voor herkolonisatie. Gezien het bovenstaande is de effectbeoordeling negatief.

14.4.5 KUSTZONE

Bodemverontreiniging en grondwaterverontreiniging

De kustzone bestaat uit zandige afzettingen die beïnvloed zijn door afwisselende perioden van kustuitbreiding en kusterosie. De zandige afzettingen hebben zich onder invloed van de wind kunnen vormen tot duinen. In de zandige bodem van de jonge duinen infiltreert de neerslag naar de diepte. Er vindt geen afvoer van oppervlaktewater plaats. Het enige zichtbare oppervlaktewater wordt gevormd door plassen in de duinvalleien. Het oppervlaktewaterpeil is hier gelijk aan het grondwaterpeil. Bij de oude duinen is er voornamelijk infiltratie van neerslag. In lagere delen met bollenteelt is een dicht slotenpatroon aanwezig voor de ontwatering en afwatering van percelen. Het grondwater bevindt zich hier relatief dicht bij het maaiveld (0,5 tot 0,8 meter beneden maaiveld). Door de neerwaartse richting van infiltrerende neerslag is onder de duinen een grote zoetwatervoorraad aanwezig die drijft op het van nature zoute grondwater nabij de kust. Verontreiniging kan, door de afwezigheid van sloten en de verticale grondwaterstromen, langdurig in de bodem en het grondwater aanwezig blijven, zal daardoor moeilijk te verwijderen zijn en daardoor het landecosysteem langdurig negatief kunnen beïnvloeden.

Oppervlaktewaterverontreiniging

Het enige zichtbare oppervlaktewater wordt gevormd door plassen in de duinvalleien. Het oppervlaktewaterpeil is hier gelijk aan het grondwaterpeil. Bij de oude duinen is er voornamelijk infiltratie van neerslag. Voor stoffen waarbij een risico is op bio-accumulatie bestaat in dit systeem geen mogelijkheid om verontreinigd water weg te pompen zonder de vochtige duinvalleien te laten droogstaan. Hierdoor kunnen ongewenste stoffen met trage afbraak niet uit het ecosysteem worden verwijderd, zonder daarbij het ecosysteem langdurige schade toe te richten.

Effecten op (aquatische) ecologie

Op de kustzone is met name het MRA-scenario voor meren van toepassing, waarvoor het effect als negatief is beoordeeld. Het oppervlaktewatersysteem in de kustzone bestaat uit lokale plassen in de duinvalleien, waar verontreiniging mogelijk lokaal gehouden kan worden. Dit zijn geïsoleerde plassen en hierdoor is herkolonisatie door kenmerkende soorten zeer moeilijk. De systemen zijn veelal kwetsbaar en huisvesten bijzondere soorten. De effectbeoordeling is daarom negatief.

14.4.6 LAAGVEENGEBIED

Bodemverontreiniging en grondwaterverontreiniging

De deklaag van laagveengebieden bestaat hoofdzakelijk uit veen. Onder het slecht waterdoorlatende veen bevinden zich goed doorlatende zandige afzettingen.

Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. Het gebied wordt verder gekenmerkt door relatief veel oppervlaktewater. Het grondwater bevindt zich hier relatief dicht bij of op het maaiveld (minder dan 0,5 meter beneden maaiveld). Het grondwater stroomt door de deklaag verticaal omhoog en vervolgens zijwaarts naar het slotensysteem. Verontreiniging kan, bij afwezigheid van een slecht waterdoorlatende deklaag, in de bodem en het grondwater verspreiden, zal daardoor moeilijk te verwijderen zijn en daardoor het landecosysteem langdurig negatief kunnen beïnvloeden. Dit effect kan enigszins worden beperkt door de relatief grote afvoer naar het slotensysteem.

Oppervlaktewaterverontreiniging

De deklaag van laagveengebieden bestaat hoofdzakelijk uit veen. Onder het slecht waterdoorlatende veen bevinden zich goed doorlatende zandige afzettingen.

Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. Het gebied wordt verder gekenmerkt door relatief veel oppervlaktewater. Het grondwater bevindt zich hier relatief dicht bij of op het maaiveld (minder dan 0,5 meter beneden maaiveld). Het grondwater stroomt door de deklaag verticaal omhoog en vervolgens zijwaarts naar het slotensysteem. Door de aanwezigheid van relatief groot oppervlaktewater kunnen toxische concentraties snel worden verdund tot minder toxische concentraties. Voor stoffen waarbij een risico is op bio-accumulatie bestaat in dit systeem echter minder mogelijkheid om watergangen af te sluiten en verontreinigd water weg te pompen en af te voeren, waardoor het minder goed uit het ecosysteem kan worden verwijderd.

Effecten op (aquatische) ecologie
Op het laagveengebied is met name het MRA-scenario voor sloten van toepassing, waarvoor het effect als negatief is beoordeeld. Het laagveengebied staat onder druk door verdroging, vermesting en inklinking. Typische laagveengemeenschappen zijn hierdoor kwetsbaar, en komen niet overal meer voor. De kans op een goed herstel van deze gebieden na een verontreiniging is klein. Echter, grote delen van het laagveengebied hebben al een lagere ecologische waarde en hier heeft een verontreiniging minder negatieve impact.
Door het veelal dichte systeem van sloten en weteringen zijn er goede mogelijkheden voor herkolonisatie door kenmerkende soorten. De effectbeoordeling is daarom beperkt negatief.

14.4.7 RIVIERENGEBIED

Bodemverontreiniging en grondwaterverontreiniging
De grote rivieren in de rivierengebieden zijn gelegen in een bedding, bestaande uit zand en grindlagen. Vanaf de rivier gaan deze over in fijnzandige afzettingen op de oevers en kleiige komafzettingen, vaak overgaand in veen verder van de rivier. De bedding van de rivier heeft zich ingesneden door de deklaag van klei met veenlagen en de aanwezige zand- en grindlagen. In laag-Nederland is de bedding van de rivier hoger gelegen dan het omliggende gebied. De grondwaterstroming is hier van rivier naar de poldergebieden.

Het binnendijkse gebied kent een relatief dicht net van sloten wat zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging. Het grondwater bevindt zich hier relatief dicht bij of op het maaiveld (minder dan 0,5 meter beneden maaiveld). Het grondwater stroomt door de klei- en veenlaag naast de bedding verticaal omhoog en naar het slotensysteem.

In hoog-Nederland is de bedding van de rivier lager gelegen dan het omliggende gebied, de grondwaterstroming is hier naar de rivier gericht. De neerslag infiltreert door de deklaag naar de watervoerende pakketten, en het grondwater wordt afgevoerd door de rivier. De grondwaterstand kan nabij de rivier sterk fluctueren afhankelijk van het waterpeil van de rivier. Het slotenpatroon is hier minder dicht.

Verontreiniging kan, bij afwezigheid van een slecht waterdoorlatende deklaag, in de bodem en het grondwater verspreiden, zal daardoor moeilijk te verwijderen zijn en daardoor het landecosysteem langdurig negatief kunnen beïnvloeden. In hoog-Nederland zal de verontreiniging dan sneller richting afvoerende rivier verplaatsen dan in laag-Nederland.

Oppervlaktewaterverontreiniging
Door de aanwezigheid van relatief groot oppervlaktewater kunnen toxische concentraties snel worden verdund tot minder toxische concentraties. Voor stoffen waarbij een risico is op bio-accumulatie bestaat in dit systeem echter minder mogelijkheid om watergangen af te sluiten en verontreinigd water weg te pompen en af te voeren, waardoor het minder goed uit het ecosysteem kan worden verwijderd.

Effecten op (aquatische) ecologie
Op het rivierengebied is met name het MRA-scenario voor rivieren van toepassing, waarvoor het effect als beperkt negatief is beoordeeld. Een verontreiniging zal op een grote rivier minder impact hebben omdat het snel verdunt en het water een (grote) stroomsnelheid heeft. Naast de rivier zijn er enkele grotendeels geïsoleerdere wateren in de uiterwaarden die incidenteel onderstromen met rivierwater. En er zijn wateren in de omliggende komgronden; veelal ontwaterende sloten.
De geïsoleerde wateren in de uiterwaarden zijn extra kwetsbaar voor verontreinigingen omdat de wateren klein en geïsoleerd zijn. Hierdoor is de impact groter. Echter, het biedt ook mogelijkheden om de verontreiniging te beheersen en eventueel te verwijderen. Herkolonisatie door kenmerkende soorten is hier beperkt mogelijk.
De watergangen op de komgronden zijn minder kwetsbaar en bieden meer kansen voor herkolonisatie omdat het hier een stelsel van watergangen betreft. De effectbeoordeling is daarom beperkt negatief.

14.4.8 ZANDGEBIED

Bodemverontreiniging en grondwaterverontreiniging
De (hoog gelegen) zandgebieden worden gekenschetst door een ondiepe bodemopbouw van hoofdzakelijk redelijk tot goed doorlatende zanden. Aan het maaiveld zijn fijne zanden afgezet door de wind. Hierin bevinden zich her en der leemlagen, in de beekdalen beekleem, op andere delen door de wind afgezette leembandjes en in het oostelijke zandgebied ook in de ijstijd afgezet dikke keileem lagen. De diepere bodemopbouw bestaan uit grovere- en grindrijke zanden, in het oostelijk zandgebied al dan niet opgestuwd in de ijstijd.

De grondwaterstand kan variëren van enkele tot meerdere tientallen meters onder het maaiveld. Plaatselijk kunnen deze gebieden worden doorsneden door beekdalen die een (beperkte) ontwaterende werking hebben op het grondwater. Over het algemeen infiltreert het neerslagoverschot en het grondwater naar de diepte, om pas in de riviergebieden of droogmakerijen weer in het oppervlaktewater te komen.

Verontreiniging kan, door de afwezigheid van sloten en de verticale grondwaterstromen, langdurig in de bodem en het grondwater aanwezig blijven, zal daardoor moeilijk te verwijderen zijn en daardoor het landecosysteem langdurig negatief kunnen beïnvloeden.

Oppervlaktewaterverontreiniging
Het oppervlaktewater bestaat uit droogvallende greppels ter plaatse van de landbouwpercelen. Deze wateren af op watervoerende sloten die uitlopen in de beken die zich in de beekdalen bevinden. Om de waterstand in gebieden op peil te houden bevinden zich stuwen in de watergangen. Door de afwezigheid van de mogelijkheid om af te voeren naar grote oppervlaktewateren kunnen toxische concentraties niet worden verdund tot minder toxische concentraties. Voor stoffen waarbij een risico is op bio-accumulatie bestaat in dit systeem geen mogelijkheid om verontreinigd water weg te pompen. Hierdoor kunnen ongewenste stoffen met trage afbraak niet uit het ecosysteem worden verwijderd.

Effecten op (aquatische) ecologie

Op het zandgebied zijn verschillende MRA-scenario's van toepassing (rivier, sloot, meer), waarvoor het effect als beperkt negatief tot negatief is beoordeeld. Het zandgebied kenmerkt zich door reliëf in het landschap met hogere droge gronden en nattere beekdalen. Het reliëf is beduidend kleiner dan in het heuvellandschap, maar voor Nederlandse begrippen is in het zandgebied sprake van hoogteverschillen in het landschap. Deze hoogteverschillen in het landschap zorgen voor verschillen in leefgemeenschappen en verkleinen de kansen voor herkolonisatie. De zandgebieden kunnen bijzondere soorten herbergen, mits ze nog niet te veel zijn blootgesteld aan stressfactoren. De effectbeoordeling is daarom negatief.

14.4.9 ZEEKLEIGEBIED

Bodemverontreiniging en grondwaterverontreiniging
De zeekleigebieden bezitten over het algemeen een slecht water doorlatende deklaag bestaande uit zeeklei- en/of veenlagen afgewisseld met zandige lagen. In de voormalige getijdegeulen is een sterk wisselende bodemopbouw aanwezig van geulopvullingen en beddingafzettingen. De totale dikte van deze deklaag bedraagt in totaal 5 tot 15 m dik. Hieronder bevinden zich goed waterdoorlatende doorlatende grofzandige afzettingen.

Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. De zeekleigebieden zijn boven of rond de zeespiegel gelegen. In delen vindt vrije afstroming van water plaats, al dan niet met stuwen. In de lagere delen zijn gemalen waarmee oppervlaktewater op open water geloosd wordt.

In het zeekleigebied is doorgaans sprake van een slecht waterdoorlatende deklaag. Hierdoor kan verontreiniging zich moeilijk in de bodem en het grondwater verspreiden. Dit heeft positieve gevolgen voor de mogelijkheid tot het verwijderen van verontreiniging. Het landecosysteem zal daardoor ook minder lang verontreinigd zijn.

Oppervlaktewaterverontreiniging
Een relatief dicht net van sloten zorgt voor ontwatering van de percelen en voldoende drooglegging tegen overstromingen. De zeekleigebieden zijn boven of rond de zeespiegel gelegen. In delen vindt vrije afstroming van water plaats, al dan niet met stuwen. In de lagere delen zijn gemalen waarmee oppervlaktewater op open water geloosd wordt.

Het grondwater in de goed waterdoorlatende lagen onder de deklaag heeft een lager peil dan bovenliggende watergangen in de deklaag. Hierdoor is er een naar beneden gerichte grondwaterstroming aanwezig. Het grondwater bevindt zich op een gemiddelde afstand tot het maaiveld (0,8 tot 1,0 meter beneden maaiveld). Door de mogelijkheid om af te voeren naar groot oppervlaktewater kunnen toxische concentraties snel worden verdund tot minder toxische concentraties. Voor stoffen waarbij een risico is op bio-accumulatie bestaat in dit systeem de mogelijkheid om de watergangen af te sluiten en verontreinigd water weg te pompen en af te voeren, waardoor het uit het ecosysteem wordt verwijderd.

Effecten op (aquatische) ecologie
Op het zeekleigebied is met name het MRA-scenario voor sloten van toepassing, waarvoor het effect als negatief is beoordeeld. Het zeekleigebied kenmerkt zich door de aanwezigheid van dijken, kreken en polders. De kreken zijn potentieel ecologisch waardevolle gebieden. In de praktijk is hier vaak sprake van vermesting en/of verdroging waardoor de huidige situatie niet optimaal is. De enkele mooie kreken verdienen extra zorg om deze te behouden, en zijn door het fragiele systeem, met weinig kansen voor herkolonisatie door kenmerkende soorten, een kwetsbaar systeemtype. De effectbeoordeling is daarom negatief.

14.5 EFFECTVERGELIJKING LANDSCHAPSTYPEN

In Tabel 14.24 zijn de effecten voor de landschapstypen op een rij gezet

Beoordeling scriteria	Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Effecten door verdroging		Effecten door stikstofdepositie	Effecten door verstoring	Effecten door versnippering	Effecten door calamiteiten (verontreiniging)
Droogmakerijen	Beperkt negatief	Beperkt negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkte negatief
Heuvelland	Negatief	Negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief
Veenkoloniën	Negatief	Negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief
Kustzone	Negatief	Negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief
Laagveengebied	Negatief	Negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief
Rivierengebied	Beperkt negatief	Beperkt negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief
Zandgebied	Negatief	Neutraal	Tot negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief
Zeekleigebied	Beperkt negatief	Beperkt negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief

Tabel 14.24 Vergelijking effectbeoordeling landschapstypen

14.6 EFFECTBESCHRIJVING EN -BEOORDELING PER DEELGEBIED

Voor de effectbeschrijving en -beoordeling per deelgebied wordt voortgegaan op de effectbeschrijving en -beoordeling per landschapstype. Dat wil zeggen dat voor een deelgebied met maar één landschapstype, de effectbeschrijving en -beoordeling voor dit landschapstype voor het hele deelgebied geldt. Wanneer meerdere landschapstypen vertegenwoordigd zijn binnen een deelgebied dan wordt de effectbeschrijving en -beoordeling van de verschillende landschapstypen samengevoegd en geldt de maximale range van de beoordeling van de verschillende landschapstypen. Waar nodig worden nuances binnen een deelgebied beschreven. Zie voor de effectbeschrijving en -beoordeling met betrekking tot de landschapstypen paragraaf 14.3. Zie paragraaf 14.4 voor de effectbeschrijving van calamiteiten met betrekking tot het aspect natuur per landschapstype.

14.6.1 ZUID-LIMBURG

In Zuid-Limburg is alleen het landschapstype heuvelland vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het heuvelland relevant in dit deelgebied.

In Tabel 14.25 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen
Effecten door verdroging	Idem
Effecten door stikstofdepositie	Idem
Effecten door verstoring	Idem
Effecten door versnippering	Idem
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	Idem

Tabel 14.25 Effectbeschrijving en -beoordeling Zuid-Limburg

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Zuid-Limburg relatief groot en de gebieden liggen verspreid, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS relatief beperkt is. De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype heuvelland is één op één van toepassing op het deelgebied Zuid-Limburg. Zie paragraaf 14.3.2. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.25. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als schraallanden en heuvellandbossen kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype heuvelland is één op één van toepassing op het deelgebied Zuid-Limburg. Zie paragraaf 14.3.2. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.25.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype heuvelland is één op één van toepassing op het deelgebied Zuid-Limburg. Zie paragraaf 14.3.2. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.25.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.6.2 NOORD-BRABANT/NOORD-LIMBURG

In Deel A (N-Brabant Zuid), Deel B (N-Brabant Midden/regio Boxtel) is alleen het landschapstype zandgebied vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het zandgebied relevant in dit deelgebied. In Deel C (Oost-Brabant/Noord-Limburg) zijn de landschapstypen zandgebied, veenkoloniën (de Peel) en rivierengebied (Maas) vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het zandgebied, de veenkoloniën en het rivierengebied relevant in dit deelgebied.

In Tabel 14.26 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Subgebied	Beknopte beschouwing (samenvatting)	
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	A, B	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen	
	C	Idem	
Effecten door verdroging	A, B	Idem	
	C	Idem	
Effecten door stikstofdepositie	Alle	Idem	
Effecten door verstoring	Alle	Idem	
Effecten door versnippering	Alle	Idem	
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	A,B	Idem	
	C	Idem	

Tabel 14.26 Effectbeschrijving en -beoordeling Noord-Brabant en Noord-Limburg

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Noord-Brabant en Noord-Limburg relatief groot en de gebieden liggen verspreid, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS relatief beperkt is. De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zandgebied is één op één van toepassing op de subdeelgebieden A en B van het deelgebied Noord-Brabant/Noord-Limburg. Voor subdeelgebied C van het deelgebied Noord-Brabant/Noord-Limburg zijn naast zandgebied ook de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen veenkoloniën en rivierengebied van toepassing. Zie paragraaf 14.3.7, 14.3.3 en 14.3.6. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.26. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als heides, zandverstuivingen, venen en bossen van zandgronden kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zandgebied is één op één van toepassing op de subdeelgebieden A en B van het deelgebied Noord-Brabant/Noord-Limburg. Voor subdeelgebied C van het deelgebied Noord-Brabant/Noord-Limburg zijn naast zandgebied ook de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen veenkoloniën en rivierengebied van toepassing. Zie paragraaf 14.3.7, 14.3.3 en 14.3.6. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.26.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zandgebied is één op één van toepassing op de subdeelgebied A en B van het deelgebied Noord-Brabant/Noord-Limburg. Voor subdeelgebied C van het deelgebied Noord-Brabant/Noord-Limburg zijn naast zandgebied ook de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen veenkoloniën en rivierengebied van toepassing. Zie paragraaf 14.3.7, 14.3.3 en 14.3.6. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.26.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.6.3 OOST-NEDERLAND

In Oost-Nederland zijn de landschapstypen zandgebied (Twente, Achterhoek) en rivierengebied Rijntakken/IJssel) vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het zandgebied en het rivierengebied relevant in dit deelgebied.

In Tabel 14.27 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)	
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen	
Effecten door verdroging	Idem	
Effecten door stikstofdepositie	Idem	
Effecten door verstoring	Idem	
Effecten door versnippering	Idem	
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	Idem	

Tabel 14.27 Effectbeschrijving en -beoordeling Oost-Nederland

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Oost-Nederland relatief groot en de gebieden liggen enigszins geclusterd maar ook verspreid, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS relatief beperkt is. Voor het deelgebied Oost-Nederland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen zandgebied en rivierengebied van toepassing. Zie paragraaf 14.3.7 en 14.3.6. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.27. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als (vochtig) hooiland, heides, bossen van zandgronden en rivier- en beekbegeleidend bos kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Voor het deelgebied Oost-Nederland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen zandgebied en rivierengebied van toepassing. Zie paragraaf 14.3.7 en 14.3.6. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.27.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Voor het deelgebied Oost-Nederland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen zandgebied en rivierengebied van toepassing. Zie paragraaf 14.3.7 en 14.3.6. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.27.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.6.4 NOORD-NEDERLAND

In deel A (Weerribben/Noordelijke Friese Wouden) zijn de landschapstypen zandgebied, laagveengebied, en veenkoloniën vertegenwoordigd. In mindere mate zijn ook zeekleigebied en droogmakerijen aanwezig. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het zandgebied, het laagveengebied, de veenkoloniën en het zeekleigebied en droogmakerijen relevant in dit deelgebied. In Deel B (Veenkoloniën Drenthe en Oost-Groningen) zijn de landschapstypen zandgebied en veenkoloniën vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het zandgebied en de veenkoloniën relevant in dit deelgebied. In Deel C (Zeekleigebied Eemshaven) is alleen het landschapstype zeekleigebied

vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het zeekleigebied relevant in dit deelgebied.

In Tabel 14.28 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Subgebied	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	A	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen
	B	Idem
	C	Idem
Effecten door verdroging	A	Idem
	B	Idem
	C	Idem
Effecten door stikstofdepositie	Alle	Idem
Effecten door verstoring	Alle	Idem
Effecten door versnippering	Alle	Idem
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	A	Idem
	B	Idem
	C	Idem

Tabel 14.28 Effectbeschrijving en -beoordeling Noord-Nederland

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Noord-Nederland gemiddeld en de gebieden liggen redelijk geclusterd, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS relatief groot is. Voor subdeelgebied A van het deelgebied Noord-Nederland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen zandgebied, laagveengebied én veenkoloniën van toepassing. Daarnaast zijn er ook stukjes waar de landschapstypen zeekleigebied en droogmakerijen aanwezig zijn. Voor subdeelgebied B van het deelgebied Noord-Nederland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen zandgebied en veenkoloniën van toepassing. De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zeekleigebied is één op één van toepassing op subdeelgebied C van het deelgebied Noord-Nederland. Zie paragraaf 14.3.7, 14.3.3 en 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.28. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als heides, bossen en veengebied kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Voor subdeelgebied A van het deelgebied Noord-Nederland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen zandgebied, laagveengebied én veenkoloniën van toepassing. Daarnaast zijn er ook stukjes waar de landschapstypen zeekleigebied en droogmakerijen aanwezig zijn. Voor subdeelgebied B van het deelgebied Noord-Nederland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen

zandgebied en veenkoloniën van toepassing. De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zeekleigebied is één op één van toepassing op subdeelgebied C van het deelgebied Noord-Nederland. Zie paragraaf 14.3.7, 14.3.3 en 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.28.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Voor subdeelgebied A van het deelgebied Noord-Nederland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen zandgebied, laagveengebied én veenkoloniën van toepassing. Daarnaast zijn er ook stukjes waar de landschapstypen zeekleigebied en droogmakerijen aanwezig zijn. Voor subdeelgebied B van het deelgebied Noord-Nederland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen zandgebied en veenkoloniën van toepassing. De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zeekleigebied is één op één van toepassing op subdeelgebied C van het deelgebied Noord-Nederland. Zie paragraaf 14.3.7, 14.3.3 en 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.28.

Conform voorgaande sub paragraaf. Waar nodig te splitsen in deel A (weerribben/Noordelijke Friese Wouden), Deel B (Veenkoloniën Drenthe en Oost Groningen) en Deel C (Zeekleigebied Eemshaven). Graag dan een subparagraaf opnemen per subdeelgebied. Zie kaartje deelgebieden.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.6.5 GROENE HART

In het Groene Hart zijn de landschapstypen rivierengebied, laagveengebied en droogmakerijen vertegenwoordigd. In mindere mate is ook zeekleigebied aanwezig. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het rivierengebied, het laagveengebied, droogmakerijen en het zeekleigebied relevant in dit deelgebied.

In Tabel 14.29 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)	
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen	
Effecten door verdroging	Idem	
Effecten door stikstofdepositie	Idem	
Effecten door verstoring	Idem	
Effecten door versnippering	Idem	
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	Idem	

Tabel 14.29 Effectbeschrijving en -beoordeling Groene Hart

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Groene Hart relatief groot en de gebieden liggen verspreid, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS relatief beperkt is. Voor het deelgebied Groene Hart zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen droogmakerijen, rivierengebied en laagveengebied (en zeekleigebied) van toepassing. Zie paragraaf 14.3.1, 14.3.6, 14.3.5 en 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.29. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als (vochtig) hooiland, vochtig weidevogelgrasland, wintergastenweide, venen en rivier- en beekbegeleidend bos kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Voor het deelgebied Groene Hart zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen droogmakerijen, rivierengebied en laagveengebied (en zeekleigebied) van toepassing. Zie paragraaf 14.3.1, 14.3.6, 14.3.5 en 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.29.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Voor het deelgebied Groene Hart zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen droogmakerijen, rivierengebied en laagveengebied (en zeekleigebied) van toepassing. Zie paragraaf 14.3.1, 14.3.6, 14.3.5 en 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.29.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.6.6 LAAG HOLLAND

In Laag Holland zijn de landschapstypen laagveengebied en droogmakerijen vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het laagveengebied en droogmakerijen relevant in dit deelgebied.

In Tabel 14.30 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)	
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen	
Effecten door verdroging	Idem	
Effecten door stikstofdepositie	Idem	
Effecten door verstoring	Idem	
Effecten door versnippering	Idem	
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	Idem	

Tabel 14.30 Effectbeschrijving en -beoordeling Laag Holland

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Laag Holland relatief groot en de gebieden liggen verspreid, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS relatief beperkt is. Voor het deelgebied Laag Holland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen droogmakerijen en laagveengebied van toepassing. Zie paragraaf 14.3.1 en 14.3.5. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.30. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als (vochtig) hooiland, vochtig weidevogelgrasland, wintergastenweide en venen kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Voor het deelgebied Laag Holland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen droogmakerijen en laagveengebied van toepassing. Zie paragraaf 14.3.1 en 14.3.5. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.30.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Voor het deelgebied Laag Holland zijn de effectbeschrijving en -beoordeling van de landschapstypen droogmakerijen en laagveengebied van toepassing. Zie paragraaf 14.3.1 en 14.3.5. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.30.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.6.7 FLEVOLAND

In de Flevoland is vrijwel alleen het landschapstype droogmakerijen vertegenwoordigd. In beperkte mate zijn ook zandgebied en rivierengebied aanwezig. Dientengevolge zijn vooral de habitattypen en natuurtypen van droogmakerijen relevant in dit deelgebied, maar daarnaast wordt ook rekening gehouden met de habitattypen en natuurtypen van het zandgebied en het rivierengebied in dit deelgebied.

In Tabel 14.31 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen
Effecten door verdroging	Idem
Effecten door stikstofdepositie	Idem
Effecten door verstoring	Idem
Effecten door versnippering	Idem
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	Idem

Tabel 14.31 Effectbeschrijving en -beoordeling Flevoland

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Flevoland relatief klein en de gebieden liggen geclusterd, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS relatief groot is. De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype droogmakerijen is één op één van toepassing op het deelgebied Flevoland. Zie paragraaf 14.3.1. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.31. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als (vochtig) hooiland, vochtig weidevogelgrasland en wintergastenweide kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype droogmakerijen is één op één van toepassing op het deelgebied Flevoland. Zie paragraaf 14.3.1. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.31.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype droogmakerijen is één op één van toepassing op het deelgebied Flevoland. Zie paragraaf 14.3.1. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.31.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.6.8 ZEEUWSE EN ZUID-HOLLANDSE EILANDEN

Op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden is alleen het landschapstype zeekleigebied vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het zeekleigebied relevant in dit deelgebied. Naast de natuurtypen die bij het zeekleigebied horen, zijn weidevogel- en wintergastengebieden ook aanwezig.

In Tabel 14.32 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen
Effecten door verdroging	Idem
Effecten door stikstofdepositie	Idem
Effecten door verstoring	Idem
Effecten door versnippering	Idem
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	Idem

Tabel 14.32 Effectbeschrijving en -beoordeling Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden relatief klein en de gebieden liggen geclusterd, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS relatief groot is. De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zeekleigebied is één op één van toepassing op het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. Zie paragraaf 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.32. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als vochtig weidevogelgrasland, wintergastenweide, schorren en bloemdijk kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zeekleigebied is één op één van toepassing op het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. Zie paragraaf 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.32.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zeekleigebied is één op één van toepassing op het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. Zie paragraaf 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.32.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.6.9 ZUIDVLEUGEL

Op de Zuidvleugel is alleen het landschapstype zeekleigebied vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van het zeekleigebied relevant in dit deelgebied. Naast de natuurtypen die bij het zeekleigebied horen, zijn weidevogel- en wintergastengebieden ook aanwezig.

In Tabel 14.33 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen
Effecten door verdroging	Idem
Effecten door stikstofdepositie	Idem
Effecten door verstoring	Idem
Effecten door versnippering	Idem
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	Idem

Tabel 14.33 Effectbeschrijving en -beoordeling Zuidvleugel

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Zuidvleugel relatief iets groter dan op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en de gebieden liggen wat verspreider, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS beperkter is maar nog steeds relatief groot. De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zeekleigebied is één op één van toepassing op het deelgebied Zuidvleugel. Zie paragraaf 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.33. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als vochtig weidevogelgrasland, wintergastenweide, schorren en bloemdijk kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zeekleigebied is één op één van toepassing op het deelgebied Zuidvleugel. Zie paragraaf 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.33.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype zeekleigebied is één op één van toepassing op het deelgebied Zuidvleugel. Zie paragraaf 14.3.8. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.33.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.6.10 KUSTZONE

In de Kustzone is alleen het landschapstype kustzone vertegenwoordigd. Dientengevolge zijn de habitattypen en natuurtypen van de kustzone relevant in dit deelgebied.

In Tabel 14.34 is een overzicht van de effectbeschrijving en -beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per beoordelingscriterium een korte toelichting.

Beoordelingscriterium	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)	Zie beknopte beschouwing betreffende landschapstypen
Effecten door verdroging	Idem
Effecten door stikstofdepositie	Idem
Effecten door verstoring	Idem
Effecten door versnippering	Idem
Effecten door verontreiniging (calamiteiten)	Idem

Tabel 14.34 Effectbeschrijving en -beoordeling Kustzone

Ruimtebeslag
Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De oppervlakte aan EHS-gebieden is in het deelgebied Kustzone relatief groot en de gebieden liggen verspreid, zodat de mogelijkheid tot het ontzien van de EHS relatief beperkt is. De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype kustzone is één op één van toepassing op het deelgebied Kustzone. Zie paragraaf 14.3.4. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.34. Aantasting van wezenlijke kenmerken en waarden van natuurtypen als schraallanden, duinvalleien en diverse duintypes kan niet worden uitgesloten.

De gebruiksfase (boren, fracken en winnen) en de afsluiting en restauratie van de locatie zal niet leiden tot extra ruimtebeslag ten opzichte van de aanlegfase.

Verdroging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype kustzone is één op één van toepassing op het deelgebied Kustzone. Zie paragraaf 14.3.4. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.34.

Stikstofdepositie
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

De effectbeschrijving en -beoordeling van het landschapstype kustzone is één op één van toepassing op het deelgebied Kustzone. Zie paragraaf 14.3.4. Een beknopte beschouwing en de effectbeoordeling zijn weergegeven in Tabel 14.34.

Verstoring en versnippering
Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.2.3.1 voor beschrijving.

Verontreiniging
Relevant tijdens: boren, fracken en winnen

Deze effecten zijn niet onderscheidend tussen de deelgebieden en worden als beperkt negatief tot negatief beschouwd. Zie paragraaf 14.4 voor beschrijving.

14.7 EFFECTVERGELIJKING DEELGEBIEDEN

In Tabel 14.35 zijn de effecten voor de deelgebieden op een rij gezet.

Beoordelings-criteria	Effecten door ruimtebeslag (oppervlakteverlies, mechanische effecten)		Effecten door verdroging		Effecten door stikstofdepositie	Effecten door verstoring	Effecten door versnippering	Effecten door calamiteiten (verontreiniging)	
Zuid-Limburg	Negatief		Negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief	
Noord-Brabant/ Noord-Limburg, Subgebied A	Negatief		Neutraal	Tot negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief	
Noord-Brabant/ Noord-Limburg, Subgebied B	Negatief		Neutraal	Tot negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief	
Noord-Brabant/ Noord-Limburg, Subgebied C	Beperkt negatief	Tot negatief	Neutraal	Tot negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Tot negatief
Oost-Nederland	Beperkt negatief	Tot Negatief	Neutraal	Tot negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Tot negatief
Noord-Nederland, Subgebied A	Negatief		Neutraal	Tot negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Tot negatief
Noord-Nederland, Subgebied B	Negatief		Neutraal	Tot negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief	
Noord-Nederland, Subgbied C	Beperkt negatief		Beperkt negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief	
Groene Hart	Beperkt negatief	Tot negatief	Beperkt negatief	Tot negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	
Laag Holland	Negatief		Negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	
Flevoland	Beperkt negatief		Beperkt negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Beperkt negatief		Beperkt negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief	
Zuidvleugel	Beperkt negatief		Beperkt negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief	
Kustzone	Negatief		Negatief		Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Negatief	

Tabel 14.35 Vergelijking effectbeoordeling deelgebieden

14.8 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

De voorgenomen werkzaamheden vinden alleen plaats op Nederlands grondgebied waardoor directe aantasting van natuurwaarden alleen kan plaatsvinden binnen de landsgrenzen. Grensoverschrijdende effecten kunnen optreden wanneer schaliegas- of schalieoliewinning in de buurt van de grens gewonnen wordt. Effecten die kunnen optreden zijn verdroging, verontreinigingen, stikstofdepositie, versnippering en/of verstoring. Natuurwaarden in het buitenland kunnen hierdoor worden bedreigd. Naar verwachting zullen bovengenoemde effecten (behalve stikstofdepositie) beperkt blijven door het in acht nemen van enige afstand tot de grens. In de Passende Beoordeling van Bijlage 8 is stikstofdepositie nader bekeken en is een inschatting gemaakt van de afstand in relatie tot de risico’s voor effecten van stikstofdepositie inclusief de Natura 2000-gebieden in België en Duitsland. Over het algemeen zal de afstand tot de grens voor het effect stikstofdepositie groter zijn dan de afstand van andere effecten. Een verdere beperking van effecten is mogelijk door het nemen van mitigerende maatregelen.

14.9 GEVOELIGHEIDSANALYSE

Voor de belangrijkste kenmerken van de voorbeeldwinning is hieronder op een rijtje gezet wat het betekent voor de effectbeoordeling, als afgeweken wordt van de uitgangspunten voor de voorbeeldwinning.

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
Boorafstand verticaal	3.100 meter	De diepte van de boring is van invloed op de duur van de boring en daarmee op de emissiehoeveelheid stikstof en de verstoringsduur. De effecten met betrekking tot stikstofdepositie en verstoring zijn op het abstractieniveau van het planMER beoordeeld. De effecten van een wijziging in boordiepte zijn dus beperkt en leiden niet tot een aanpassing van de effectbeoordeling.
Boorafstand horizontaal	1.500 meter	De afstand van de horizontale boring is van invloed op de duur van de boring en daarmee op de emissiehoeveelheid stikstof en de verstoringsduur. De effecten met betrekking tot stikstofdepositie en verstoring zijn op het abstractieniveau van het planMER beoordeeld. De effecten van een wijziging in boordiepte zijn dus beperkt en leiden niet tot een aanpassing van de effectbeoordeling.
Duur boring	1,5 maand per put	De duur van de boring heeft invloed op de emissiehoeveelheid stikstof en de verstoringsduur. De effecten met betrekking tot stikstofdepositie en verstoring zijn op het abstractieniveau van het planMER beoordeeld. De effecten van een wijziging in boordiepte zijn dus beperkt en leiden niet tot een aanpassing van de effectbeoordeling.
Hoogte boortoren	40 meter	De hoogte van de boortoren heeft enkel een lokaal visueel effect en heeft weinig gevolgen voor beschermde gebieden of soorten. De effecten van een wijziging in de boortorenhoogte zijn dus beperkt en leiden niet tot een aanpassing van de effectbeoordeling.
Netto watergebruik	m^3/put	Het watergebruik kan van invloed zijn op de (grond)waterstanden en daarmee verdrogingseffecten mede bepalen. De effecten met betrekking tot verdroging zijn op het abstractieniveau van het planMER beoordeeld. De effecten van een wijziging in netto watergebruik zijn dus beperkt en leiden niet tot een aanpassing van

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
		de effectbeoordeling.
Chemicaliën	(Type)	Het type chemicaliën kan van invloed zijn op de ernst van verontreiniging in het geval van een calamiteit. De effecten met betrekking tot calamiteiten zijn op het abstractieniveau van het planMER beoordeeld en gaan niet in op individuele stoffen. Een wijziging in het type chemicaliën zal niet leiden tot een aanpassing van de effectbeoordeling. De feitelijke effecten worden uiteindelijk in een eventueel toekomstig projectMER beoordeeld.
Chemicaliën	(Hoeveelheid)	De hoeveelheid chemicaliën kan van invloed zijn op de ernst van verontreiniging in het geval van een calamiteit. De effecten met betrekking tot calamiteiten zijn op het abstractieniveau van het planMER beoordeeld en gaan niet in op individuele stoffen. Een wijziging in de hoeveelheid chemicaliën zal niet leiden tot een aanpassing van de effectbeoordeling.

Tabel 14.36 Gevoeligheidsanalyse natuur

Schalieolie
In Bijlage 5 zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven. Op hoofdlijnen is er een beperkt aantal verschillen. Schalieolie moet naar het oppervlak gepompt worden en gas stroomt naar het oppervlak. De behandelingsinstallatie van olie wijkt af van die van gas en de afstand van de behandelingsinstallatie naar het transportnetwerk of een afnamepunt zal bij olie gemiddeld groter zijn dan bij gas. Deze verschillen zijn naar verwachting niet van invloed op de effectbeoordeling voor natuur. De analyse en beoordeling uit dit hoofdstuk zijn dus ook van toepassing op de winning van schalieolie.

14.10 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

Conclusies planMER
Landschapstypen
Voor de landschapstypen droogmakerijen, rivierengebied en zeekleigebied geldt dat er ruimtelijk gezien relatief veel mogelijkheden zijn voor het plaatsen van schaliegaswinning. Het risico op het ‘raken’ van gevoelige habitattypen en natuurtypen door ruimtebeslag is hier kleiner dan in heuvelland, veenkoloniën, kustzone, laagveengebied en zandgebied.
Hetzelfde geldt voor het risico op verdrogingseffecten door eventuele grondwaterwinning: in droogmakerijen, rivierengebied en zeekleigebied is het risico van verdrogingseffecten op gevoelige natuur kleiner dan in de andere landschapstypen.
Voor alle landschapstypen geldt dat er een groot risico is op effecten door stikstofdepositie op gevoelige habitattypen en natuurtypen. Ook het risico op negatieve effecten op soorten is in alle landschapstypen aanwezig.
Effecten door ruimtebeslag, verstoring, verdroging, versnippering en verzuring/vermesting kunnen doorwerken op beschermde soorten en daardoor potentieel afbreuk doen aan de gunstige staat van instandhouding, maar dat is sterk locatie-afhankelijk. Met de potentiële afbreuk aan de gunstige staat van instandhouding zal rekening gehouden moeten worden bij een projectspecifieke toetsing.

Deelgebieden
Voor de deelgebieden Noord-Nederland deel C, Flevoland, Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en Zuidvleugel geldt dat er ruimtelijk gezien relatief veel mogelijkheden zijn voor het plaatsen van

schaliegaswinning. Het risico op het 'raken' van gevoelige habitattypen en natuurtypen door ruimtebeslag is hier kleiner dan in Zuid-Limburg, Noord-Brabant/Noord-Limburg, Oost-Nederland, Noord-Nederland deel A en B, Groene Hart, Laag Holland en Kustzone.
Ongeveer hetzelfde geldt voor het risico op verdrogingseffecten door eventuele grondwaterwinning: in Noord-Nederland deel C, Flevoland, Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden en Zuidvleugel is het risico van verdrogingseffecten op gevoelige natuur kleiner dan in de andere landschapstypen. In Noord-Brabant/Noord-Limburg deel A en B, Oost-Nederland en Noord-Nederland deel B is de gevoeligheid voor verdrogingseffecten sterk afhankelijk van waar men zich in het deelgebied bevindt.
Voor alle deelgebieden geldt dat er een groot risico kan zijn op effecten door stikstofdepositie op gevoelige habitattypen en natuurtypen. In de Passende Beoordeling is dit ruimtelijk weergegeven (Bijlage 8). Ook het risico op negatieve effecten op soorten is in alle landschapstypen aanwezig.
Effecten door ruimtebeslag, verstoring, verdroging, versnippering en verzuring/vermesting kunnen doorwerken op beschermde soorten en daardoor potentieel afbreuk doen aan de gunstige staat van instandhouding, maar dat is sterk locatie-afhankelijk. Met de potentiële afbreuk aan de gunstige staat van instandhouding zal rekening gehouden moeten worden bij een projectspecifieke toetsing.

Conclusies Passende Beoordeling
De resultaten van het effectenonderzoek (zie Bijlage 8) geven aan dat vrijwel overal waar mogelijk schaliegas gewonnen kan worden er een gemiddeld tot hoog risico is op significant negatieve effecten als gevolg van stikstofdepositie. Er zijn enkele gebieden met een laag risico: in zuidwestelijk en oostelijk Noord-Brabant, in centraal Zuid-Holland, zuidoostelijk Gelderland en enkele plekjes in de noordelijke provincies.

Het abstractieniveau van de Passende Beoordeling bij de planMER Schaliegas laat niet toe dat er per aangewezen 'geschikt gebied' een eindbeoordeling kan worden gegeven van eventuele significantie van negatieve effecten. Voor bijna alle gebieden kan als gevolg van het te hanteren abstractieniveau - waarbij definitieve locatie en samenstelling van de installatie alsmede de uitvoering van de werkzaamheden nog niet nader op projectniveau zijn uitgewerkt - niet op voorhand worden uitgesloten dat significant negatieve effecten optreden. De voorbeeldwinning is immers uit praktische overweging ten behoeve van het opstellen van een PlanMER (alternatievenvergelijking) toegepast, niet omdat dit dé definitieve configuratie is.

Bij iedere individuele voorgenomen ontwikkeling van schaliegaswinning zal een project-m.e.r-procedure worden doorlopen, waarbij in de meeste gevallen ook een Passende Beoordeling zal worden opgesteld. Daarbij dient specifieke informatie over de ingreep zelf (met name locatie en samenstelling van de installatie alsmede de uitvoering van de werkzaamheden) te worden beschouwd en dient specifieke kennis over de natuurwaarden ter plaatse (zoals de aanwezigheid van habitattypen, leefgebied habitatrichtlijn- en vogelrichtlijnsoorten, foerageergebieden, et cetera) te worden verzameld. Op basis van die specifieke informatie moet worden beoordeeld of significant negatieve effecten op beschermde waarden kunnen worden uitgesloten of niet.

De getrokken conclusies zijn dus uitsluitend geldig op het niveau van dit planMER. Voor specifieke winningslocaties zal altijd een Passende Beoordeling op projectniveau plaats moeten vinden, waarbij tevens een ProjectMER moet worden opgesteld.

Cumulatie binnen schaliegaswinning
Cumulatie in ruimte
Het verst reikende effect betreft stikstofdepositie, die tot enkele tientallen kilometers van de bron terecht kan komen. Als er meerdere productielocaties bij elkaar (naast elkaar binnen één deelgebied) worden

gerealiseerd zal dit leiden tot meer stikstofdepositie op (ongeveer) dezelfde beschermde gebieden, waardoor een verhoogde kans op (significant) negatieve effecten ontstaat.
Wanneer meerdere productielocaties op grotere afstand (ruim verspreid binnen één deelgebied) worden gerealiseerd zal dit tot stikstofdepositie op meerdere beschermde gebieden leiden, waardoor met meerdere beschermde gebieden problemen kunnen ontstaan. De cumulatie per beschermd gebied is dan wel lager dan wanneer productielocaties vlak bij elkaar staan.

Cumulatie in tijd
Bij meerdere voorbeeldwinningen tegelijkertijd leidt dit tot een grotere verhoging van de stikstofdepositiewaarden gedurende dezelfde periode, wanneer de voorbeeldwinningen elkaar opvolgen in de tijd dan leidt dit tot een lagere, maar wel langduriger verhoging.

Andere effecten (verstoring, versnippering, verdroging) blijven dichter bij de productielocaties en zullen niet gauw overlappen wanneer meerdere productielocaties tegelijkertijd worden gerealiseerd. Hier kan echter wel een ruimtelijke 'aaneensluiting' van effecten plaatsvinden, waardoor een groter gebied beïnvloed wordt. Dit is vooral het geval wanneer meerdere winningen tegelijkertijd worden uitgevoerd.

In Bijlage 8 is een cumulatieparagraaf specifiek in het kader van de Passende Beoordeling opgenomen.

Mitigerende maatregelen
Hieronder staat een overzicht van mogelijke mitigerende maatregelen voor de aanleg en aanwezigheid van winningsinstallaties. De keuze van mitigerende maatregelen is maatwerk en zal voor iedere locatie apart bepaald moeten worden om de effecten op natuur te minimaliseren.

Locatiekeuze en samenstelling installatie
Veel effecten kunnen voorkomen worden door een juiste ligging en inrichting van de installaties ten opzichte van belangrijke natuurwaarden. Een installatie die direct naast een belangrijk rustgebied wordt gerealiseerd of nabij stikstofgevoelige habitattypen in werking is, zal meer verstorende en vermestende effecten op instandhoudingsdoelstellingen opleveren dan een installatie die niet naast een belangrijk rustgebied of stikstofgevoelig gebied ligt. Door de installatie op een zo groot mogelijke afstand van gevoelige (Natura 2000-)gebieden te plaatsen kunnen negatieve effecten mogelijk worden voorkomen.

Stikstofdepositie
Via aanpassing van het te gebruiken materieel kunnen effecten door stikstofdepositie ook aan de bron gemitigeerd worden. Door het reduceren van emissies wordt ook het effect gereduceerd. Een aantal mogelijke maatregelen zijn:

- Het hanteren van nieuwer materieel, voor bijvoorbeeld generatoren. Inzet van generatoren met een bouwjaar van 2010 levert een reductie van 50% (gemiddeld) in NO_x emissies in vergelijking met generatoren met een bouwjaar van 2005 (stage IIIB i.p.v. stage IIIA conform richtlijn 2004/26/EG en 97/68/EG).
  Bij materieel met een bouwjaar van 2014 is de reductie zelfs een factor 10 (gemiddeld) in NO_x emissies in vergelijking met generatoren met een bouwjaar 2005 (Stage IV i.p.v. stage IIIA conform richtlijn 2004/26/EG en 97/68/EG).
- Inzet schonere vrachtwagens. Bijvoorbeeld vrachtwagens die op LNG of CNG rijden. Dit levert aanzienlijke reductie in NO_x emissies.
- Er kan in specifieke gevallen gekozen worden leidingen aan te leggen om het aantal vrachtwagen bewegingen en daarmee ook de emissies terug te dringen

Aansluiten op het bestaande elektriciteitsnet kan ook zorgen voor een reductie van de directe emissie van NO_x, maar dit is niet overal mogelijk. Welke maatregelen mogelijk zijn, zal per locatie bekeken moeten worden.

Beheermaatregelen Natura 2000-gebied

Wanneer de locatiekeuze en de vermindering van emissies niet geheel toereikend is om effecten door stikstofdepositie te mitigeren, kan nog worden gedacht aan mitigerende maatregelen binnen de betreffende Natura 2000-gebieden. Dit kan bijvoorbeeld betrekking hebben op het verwijderen van stikstof uit het systeem via plag- en maaibeheer, aanpassingen van waterpeil en -stroombeheer (kwelwater) om effecten van stikstof te verminderen en verdroging te voorkomen. De af- of aanwezigheid van mogelijkheden om via beheermaatregelen te mitigeren hangt af van lokale omstandigheden.

Gebruik van licht

Voor vogels en zoogdieren is kunstlicht verstorend voor onder meer het dag-nacht-ritme. Door bij de installaties de verlichting te verminderen en slim te richten kunnen significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen worden voorkomen.

Periode van aanlegwerkzaamheden en wijze van uitvoering

De aanlegwerkzaamheden kunnen verstorend zijn voor broedvogels, maar ook voor gevoelige perioden van andere soorten. Door de periode van aanleg af te stemmen op de kwetsbare perioden voor ter plaatse aanwezige vogels en andere soorten kunnen significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen worden voorkomen. Ook keuzes in bijvoorbeeld de aanvoer van frackwater (bijvoorbeeld tussen aanleg leidingen of aanvoer middels tankwagens) kunnen de mate van verstoring tijdens de exploitatiefase sterk beïnvloeden.

Beperken risico op calamiteiten

De meest reële risico's op calamiteiten voor natuur hebben betrekking op verontreiniging door het morsen van chemicaliën, frackwater of teruggeproduceerd water. TNO heeft in samenwerking met Deltares een inventarisatie van technologieën en ontwikkelingen voor het verminderen van (rest)risico's bij schaliegaswinning gedaan (TNO, 2014). Uit deze inventarisatie komt naar voren dat er diverse manieren zijn of worden ontwikkeld om de kans op het optreden van een calamiteit dan wel de impact van een optredende calamiteit te verkleinen, zoals het nog betrouwbaarder maken van de installaties en procedures en door minder gebruik te maken van potentieel schadelijke chemicaliën. Deze innovaties grijpen direct aan op de eerste schakel in de effectketen van calamiteiten met betrekking tot natuur, namelijk op de ernst, de omvang en de kans op het optreden van een verontreiniging.

Conclusie mitigerende maatregelen

Door het treffen van specifiek op de locatie en de omstandigheden afgestemde mitigerende maatregelen is een deel van de negatieve effecten te mitigeren. Of de mitigatie voldoende is om significant negatieve effecten (Natura 2000, EHS) of overtreding van verbodsbepalingen (Flora- en faunawet) uit te sluiten zal per locatie projectspecifiek onderzocht moeten worden. Op het abstractieniveau van een structuurvisie kan de uitvoering van (alle) mitigerende maatregelen niet generiek worden voorgeschreven. Per project zal moeten worden vastgesteld welke maatregelen in die specifieke situatie de beste uitkomsten bieden en tevens redelijkerwijs genomen kunnen worden.

14.11 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET MONITORINGSPROGRAMMA

Alle genoemde storingsfactoren spelen in ieder landschapstype en deelgebied in meer of mindere mate. Effecten op natuurwaarden als gevolg van deze storingsfactoren kan nergens worden uitgesloten in dit PlanMER. In een eventueel toekomstig ProjectMER zullen deze aspecten - die in feite gezamenlijk een kennisleemte vormen - alle aan bod moeten komen om een gedegen afweging te kunnen maken, waarbij het aspect natuur voldoende wordt mee gewogen.

Ook het aspect verontreiniging door calamiteiten dient volle aandacht te krijgen. Hierover is voor het aspect natuur nu nog weinig bekend, maar dit zal in een eventueel ProjectMER moeten worden opgenomen, waarbij specifiek onderzoek in het kader van de lokale omstandigheden centraal moet staan.

15 Ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie

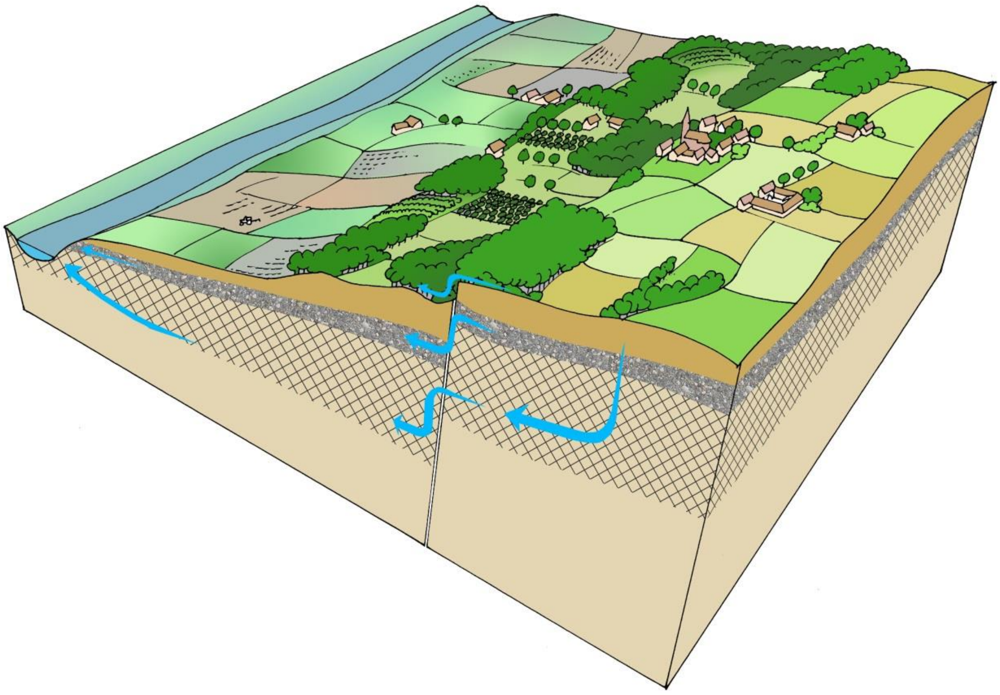
In dit hoofdstuk zijn de effecten op de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Beschrijving referentiesituatie landschapstypen (paragraaf 15.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 15.2)*
- *Effectbeschrijving en –beoordeling per landschapstype (paragraaf 15.3)*
- *Effectbeschrijving en –beoordeling in het geval van calamiteiten (paragraaf 15.4)*
- *Effectvergelijking landschapstypen (paragraaf 15.5)*
- *Beschrijving referentiesituatie deelgebieden (paragraaf 15.6)*
- *Effectbeschrijving en –beoordeling per deelgebied (paragraaf 15.7)*
- *Effectbeschrijving en – beoordeling in het geval van calamiteiten (paragraaf 15.8)*
- *Effectvergelijking deelgebieden (paragraaf 15.9)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 15.10)*
- *Cumulatie (paragraaf 15.11)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 15.12)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 15.13)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 15.14)*

15.1 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE LANDSCHAPSTYPEN

15.1.1 HEUVELLAND

In Figuur 15.1 is het landschapstype heuvellandschap gevisualiseerd. Onder de figuur is een korte beschrijving van het landschapstype opgenomen.



Figuur 15.1 Visualisatie landschapstype heuvellandschap

Het heuvelland, dat in het plangebied alleen in Zuid-Limburg voorkomt, heeft een lange en complexe ontstaansgeschiedenis. De oudste gesteentelagen die aan het oppervlak liggen, zijn meer dan driehonderd miljoen jaar oud. Verschillende processen hebben het heuvellandschap gevormd, de belangrijkste zijn:

- **Opheffing en insnijding:** Het heuvelland ligt op de noordflank van de Ardennen. Dit hele gebied wordt langzaam opgeheven. Rivieren en beken snijden zich daardoor in. Hierdoor zijn de plateaus en de dalen ontstaan die het Heuvelland haar reliëf hebben gegeven. Zelfs de top van de hoogste berg is vrijwel plat: het is het restant van een bijna totaal geërodeerd plateau.
- **Terrasvorming:** Op de plateaus en in de rivierdalen zijn vrij vlakke stukken land met hoogteverschillen van slechts enkele meters te zien, die zijn gescheiden door vaak vrij lage steilranden. Het gaat hier om oude terrassen van de Maas. Ze liggen bijna op alle hoge plekken in Zuid-Limburg, met uitzondering van het uiterste zuidoosten en in een gebied ten noorden van Heerlen. De rivierterrassen zijn in de laatste drie miljoen jaar ontstaan.
- **Vorming löss dek:** Tijdens ijstijden kon de Noordzee veranderen in een poolwoestijn. De bodem daarvan werd uitgeblazen. De kleideeltjes uit die bodems werden met polaire winden naar het zuiden getransporteerd. In Limburg werden deze kleideeltjes afgezet in de vorm van een löss dek. Deze zeer karakteristieke geelbruine klei bedekt grote delen van het heuvelland. De dikte van het dek varieert van enkele decimeters tot twintig meter. Löss is slecht waterdoorlatend, maar zeer vruchtbaar. Vanwege silex (vuursteen) en löss kent Zuid-Limburg de langste bewoningsgeschiedenis van Nederland.

Het kenmerkende landschapsbeeld van het heuvelland wordt gevormd door het afwisselende reliëf: golvende plateaus worden doorsneden door steile hellingen. Het heuvellandschap varieert van 60 tot 321 meter boven NAP. Er worden lössontginningen en rivierterrasontginningen aangetroffen. De ruimtelijke kwaliteit van het heuvelland wordt bepaald door de wijze waarop de open plateaus worden dooraderd door besloten rivierdalen, beekdalen en droogdalen. In het Heuvelland komen karakteristieke holle wegen en steilrandbeplantingen (graften) voor. Andere karakteristieke elementen zijn hoogstamboomaarden, en historisch bouwkunst in de vorm van vakwerkboerderijen.

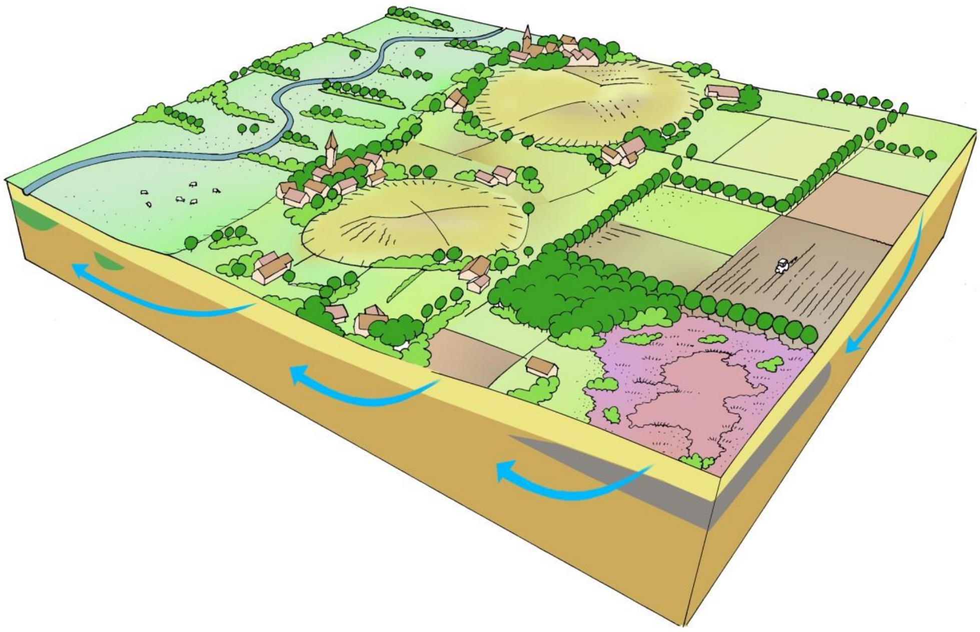
Veel van de geomorfologische kenmerken zijn aardkundig relevant. Het grootste deel van het heuvelland is in 2005 door de overheid aangewezen als Nationaal Landschap. Diverse plaatsen hebben een beschermd dorps- of stadsgezicht. Verschillende kerken, kastelen, boerderijen en watermolens zijn rijksmonumenten. Het landgebruik is vanouds akkerbouw op de plateaus en veeteelt in de dalen. Op de flanken van de dalen en ook wel op de plateau's komt fruitteelt en wijnbouw voor. Het heuvelland heeft een grote aantrekkingskracht op recreanten. Het landschap van het heuvelland is voor Nederland uniek, maar in Europees verband minder bijzonder. Sommige delen van het heuvelland zijn sterk verstedelijkt. Sluipenderwijs vervaagt het kenmerkende contrast tussen de open plateaus en de besloten dalen door een dichter bebouwingspatroon verspreid over de plateaus en het verdwijnen van beplantingselementen op de hellingen van de dalen.

Het verstedelijkingspatroon van het Heuvelland is sterk gekoppeld aan de industriële ontwikkeling, eerst de mijnbouw en later de chemische industrie. Zuid-Limburg is nu een van de meest verstedelijkte gebieden van Nederland. In het Maasdal in het westen vormen Maastricht, Geleen en Sittard een dichte verstedelijkte zone, in het oosten de Mijnstreek met Brunssum en Heerlen.
Tussen deze stedelijke agglomeraties liggen in het Heuvelland zeer verspreid vele kleine en grotere kernen. Langs het Geuldal is sprake van een lint van aaneengeschakelde dorpen.

Het ontsluitingspatroon bestaat uit de driehoek van snelwegen tussen de grote steden en de oude verbinding tussen Maastricht en Aken. Daarnaast kent het Heuvelland een fijnmazige, door het reliëf zeer kronkelige, wegenstructuur als verbinding tussen de vele dorpen.

15.1.2 ZANDGEBIED

In Figuur 15.2 is het landschapstype zandgebied gevisualiseerd. Onder de figuur is een korte beschrijving van het landschapstype opgenomen.



Figuur 15.2 Visualisatie van landschapstype zandgebied

Ten aanzien van het zandgebied zijn er veel regionale verschillen, maar het kenmerkende landschapsbeeld wordt gevormd door het hoogteverschil en de invloed die het watersysteem en de mens daar op hebben gehad. Er is binnen het plangebied een grote verspreiding van de zandgebieden in Nederland; grote delen van het zandgebied komen voor in Noord-Brabant, de Achterhoek en Twente. Daarnaast zijn er nog kleine zandgebieden in Friesland en op de grens van Friesland, Drenthe en Overijssel. De hoogste delen van het zandgebied liggen ten noorden van de grote rivieren en worden gevormd door de in de ijstijden ontstane stuwwallen. In hydrologisch opzicht zijn dit geïsoleerde hoogtes waar infiltratie van regenwater plaatsvindt.

Het dekzandgebied is lager gelegen dan de stuwwal en bestaat uit dekzandvlaktes en dekzandruggen met glooiend verlopende hoogteverschillen daartussen. Deze dekzanden zijn ook een gevolg van ijstijden, toen grote hoeveelheden zand verstoven bij het terugtrekken van het ijs. Het dekzandgebied wordt doorsneden door beekdalen. Deze beekdalen vormen doorgaande lijnen in het landschap.

Het landbouwkundige systeem heeft een sterke weerslag gehad op het zichtbare landschap en zelfs op de bodem. Hierbij is in grote lijnen ook sprake van een zonering van hoog naar laag:

- **Heideontginningen:** de hoogste delen bevatten de moeilijkst te ontginnen gronden. Deze waren voedselarm en vaak erg droog of, vanwege slecht doorlatende lagen, juist erg nat. Hier waren in het verleden uitgebreide bossen en later heidevelden. Mede door intensieve beweiding en het plaggen van de heide ontstonden er de kenmerkende podzolgronden[35]. Pas later zijn deze gebieden gebruikt voor akkerbouw; de heideontginningen. Deze ontginningen zijn rationeel en relatief grootschalig van opzet. Hierdoor ontstonden vaak open landbouwgebieden, soms afgewisseld met grote boscomplexen. De heideontginningen zijn landschappelijk en cultuurhistorisch over het algemeen niet bijzonder waardevol;

[35] Een podzolbodem is een type bodem met een wat dikkere strooisellaag (toplaag), met daaronder eerst een witte of grijze uitspoelingslaag en daarna een verkitte laag van ingespoelde humus.

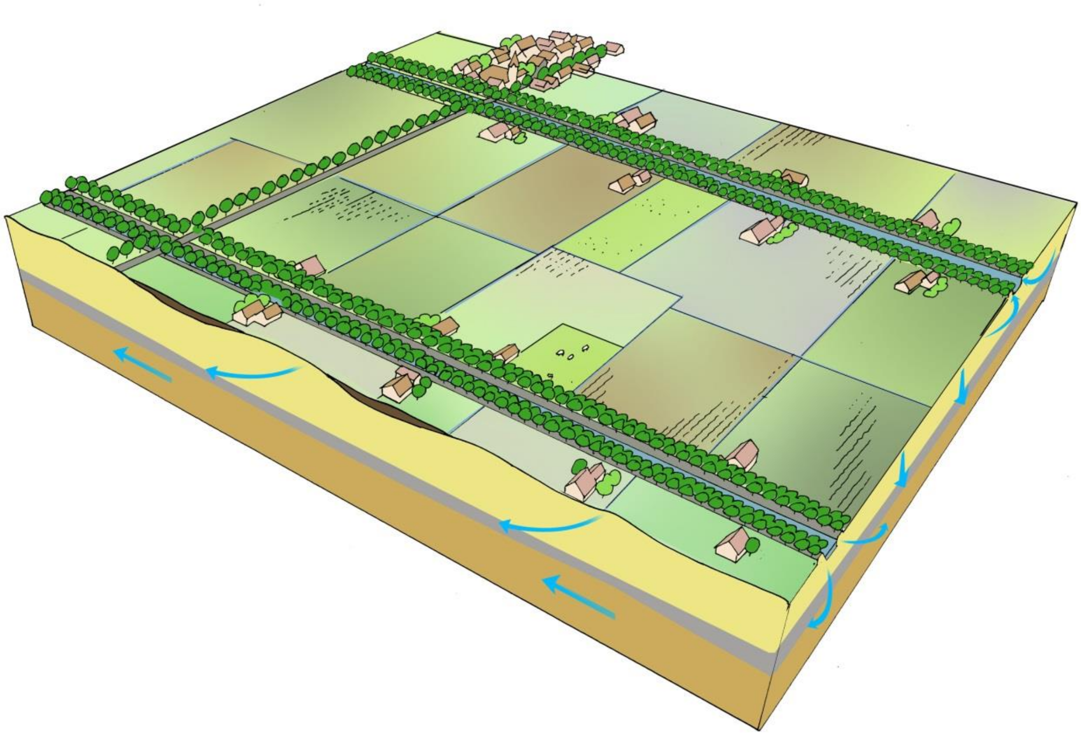
- **Kampen- en essenontginningen:** de overgang van de hogere gronden naar de beekdalen is voor beschikbaarheid van water ideaal en het is dan ook hier dat veel van de oudste bewoning in de zandgebieden gevonden kan worden. Aanvankelijk was er sprake van kleine individuele ontginningen vlakbij de boerderij (kampen). Later werden de ontginningen meer gemeenschappelijk geregeld (es, enk, eng, etc.). Door het stelselmatig opbrengen van mest en heideplaggen ontstonden hier de kenmerkende (enk-) eerdgronden en het kenmerkende microreliëf in de vorm van een bolle ligging en steilranden. De gemeenschappelijke akkers vormen een sterke ruimtelijke eenheid met een open midden en een omsloten rand. Afhankelijk van de bodemgesteldheid konden de individuele ontginningen toch overheersen en ontstond een zogenaamd kampenontginning. De kampenontginning is zeer kleinschalig en grillig, terwijl de essenontginningen grotere eenheden kent. In de kampenontginning is de bebouwing ook meer verspreid, terwijl in de essenontginningen sprake is van dorpsclusters aan de es. Beide landschapstypen zijn landschappelijk en cultuurhistorisch zeer waardevol;
- **Beekdalen:** de beekdalen waren de hooilanden en weidegronden voor het vee van de bewoners op de flank van het beekdal. De beekdalen waren, mede door kwelstromen, vaak zeer nat. Veel historische beekdalen waren ruimtelijk relatief dicht door een uitgebreide structuur van houtwallen haaks op de beek (het zogenaamde coulisselandschap). Ook de beekdalen zijn landschappelijk en cultuurhistorisch waardevol.

Vanwege de zichtbare relatie met de ontwikkelingsgeschiedenis van het landschap vanaf ijstijd tot nu zijn delen van het zandgebied aardkundig zeer relevant. Veel landschappelijke- en cultuurhistorische kenmerken zijn in de loop der tijd sterk verminderd; open essen zijn bebouwd en grote aantallen landschapselementen in beekdalen, om essen en om kampen zijn verdwenen.
Veel verkavelingen zijn tijdens landinrichtingen gerationaliseerd, waardoor oude patronen verloren zijn gegaan en er een vergroving van het landschap heeft plaatsgevonden. Ook de toename van de intensieve veehouderij heeft in delen van het zandlandschap grote invloed. Soms ontstaat hierdoor een vrijwel nieuw landschapsbeeld in de vorm van een agrarisch bedrijvenlandschap. Toch zijn grote delen van het zandlandschap, door de afwisseling van de verschillende onderdelen, nog zeer aantrekkelijk en worden daarvoor gewaardeerd door recreanten. In Oost-Nederland was/is plaatselijk sprake van zoutwinning.

Het verstedelijkingspatroon binnen de zandgebieden wordt vooral gekarakteriseerd door de zeer grote spreiding van kernen, die vaak een vergelijkbare omvang hebben. Karakteristiek zijn de esdorpen, die zijn ontstaan door het aaneengroeien van boerderijenclusters aan de rand van essencomplexen en vaak een organische vorm hebben. De heide- en broekontginningen binnen de zandgebieden hebben jongere kernen met een meer planmatige opzet. Grootschalige verstedelijking is vooral gekoppeld aan de oorspronkelijke textielindustrie en komt voor in Twente en Brabant.
Ontsluitingspatronen sluiten aan op de ontginnings- en verstedelijkingspatronen: een fijnmazige, radiale wegenstructuur tussen de verspreide kernen en een meer grofmazige, rechte wegenstructuur (ontginningsbases) binnen de heide- en broekontginningen.

15.1.3 VEENKOLONIËN

In Figuur 15.3 is het landschapstype veenkoloniën gevisualiseerd. Onder de figuur is een korte beschrijving van het landschapstype opgenomen.



Figuur 15.3 Visualisatie landschapstype veenkoloniën

De veenkoloniën worden gevormd door hoogveenontginningen; grootschalige, rationele ontginningen, die begonnen zijn in de zeventiende eeuw. Het hoogveen, dat was ontstaan door stagnatie van regenwater op slecht doorlatende bodemlagen, werd afgegraven en als turf per schip naar de steden gevoerd. Door middel van een uitgebreid stelsel van kanalen, vaarten en wijken werd het veen ontwaterd en kon de turf worden afgevoerd. De hoogveenontginningen bevinden zich binnen het plangebied in het noorden van het land in Groningen, Friesland en Drenthe, maar ook in het zuiden op de grens van Noord-Brabant en Limburg.

Het kenmerkende landschapsbeeld van veenkoloniën wordt gevormd door het rechtlijnige patroon van de watergangen. De bebouwing strekt zich uit aan weerzijde van de kanalen. Op knooppunten zijn bebouwingsclusters ontstaan. In sommige gevallen wordt hiermee het kenmerkende lijnvormige karakter van de bebouwingslinten aangetast.

Hoogveenontginningen zijn zeer monofunctionele landbouwgebieden, die vooral gericht zijn op akkerbouw en in Noord-Brabant in toenemende mate op de intensieve veehouderij.

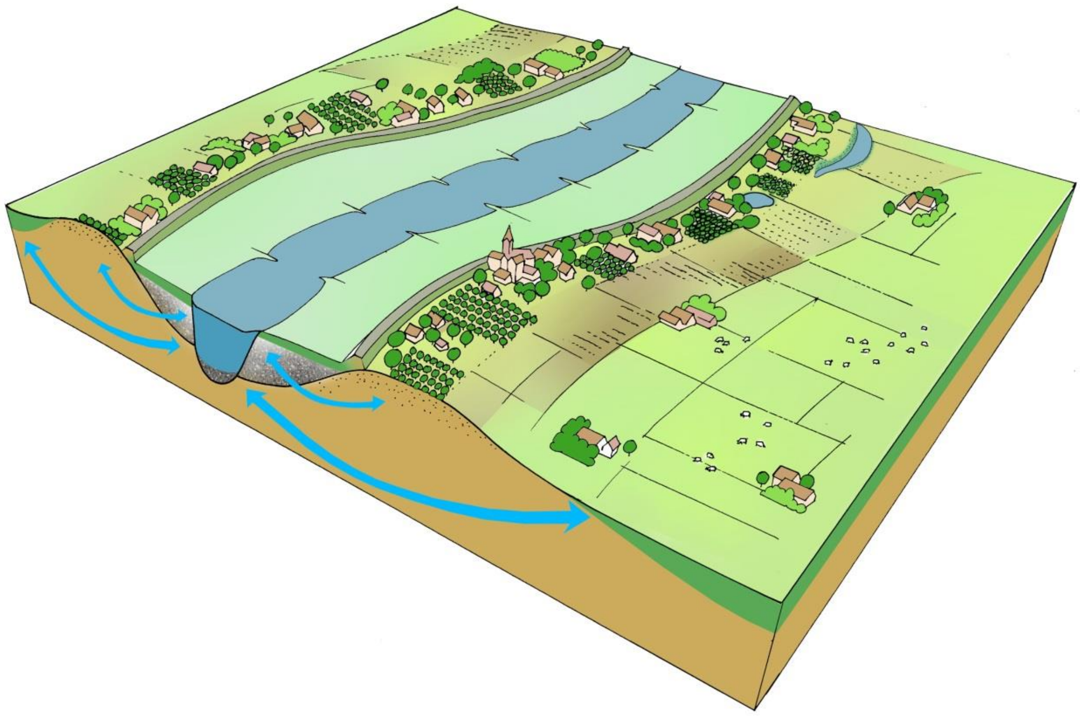
Het landschap is zodanig grootschalig, functioneel en weinig gedifferentieerd, dat het minder aantrekkelijk is voor recreatief gebruik.

Het verstedelijkingspatroon binnen de veenkoloniën bestaat uit verdichting van de oorspronkelijke, langgerekte bebouwingslinten langs wegen of kanalen. Ook clustering van bebouwing op knooppunten komt voor. Later zijn kernen meer planmatig gegroeid, waarbij de beschikbare ruimte tussen de linten is opgevuld. De grootste verstedelijking heeft plaatsgevonden langs de hoofdvaarten van de veenwinning en –transport, als is er van grootschalige verstedelijking binnen de veenkoloniën geen sprake.

Het ontsluitingspatroon is een rechtlijnig patroon van evenwijdig liggende wegen, haaks op of evenwijdig aan het verkavelingsrichting. Huidige wegen liggen vaak ook op vroegere vaarten of kanalen.

15.1.4 RIVIERENGEBIED

In Figuur 15.4 is het landschapstype rivierengebied gevisualiseerd. Onder de figuur is een korte beschrijving van het landschapstype opgenomen.



Figuur 15.4 Visualisatie landschapstype rivierengebied

In het rivierengebied vormt de rivier de belangrijkste landschapsvormende kracht. De rivieren hebben in de loop der tijd verschillende sporen door het deltaland getrokken: van zwaardere zandafzettingen in de vorm van stroomruggen en oeverwallen dicht bij de rivier tot de lichte kleideeltjes in de rivierkleigronden verder van de rivier (komgebieden).
Doordat de stromingsgeschiedenis van de rivieren terug te vinden is in de bodem en geomorfologie is dit landschapstype aardkundig relevant. Binnen het plangebied komt het rivierengebied voor langs de rivieren de Maas, de Rijn, de Waal, de IJssel, de Oude IJssel, de Lek, en de Oude Rijn.

Het rivierengebied is een vruchtbaar gebied dat de mens graag wilde temmen. Hierdoor is een landschappelijke opbouw ontstaan die kenmerkend is voor het rivierengebied. Deze opbouw wordt gevormd door een zonering parallel aan de rivier:

- **Uiterwaard:** gebied langs de rivier, dat relatief laag ligt en onder directe invloed staat van de rivier. Zowel open weide- en/of natuurgebied en karakteristieke heggenlandschappen (Maasheggen). In de uiterwaarden komen rivierduinen (donken) voor. Uiterwaarden zijn vaak van recreatief belang

- **Winterdijk/bandijk, oeverval/stroomrug:** de winterdijk ligt vaak op de rand van de zandige hogere oeverwallen/stroomruggen en de uiterwaard. Deze hogere zone is het eerst bewoonde en ontgonnen gebied in het rivierengebied. De hogere zone van de oeverwal/stroomrug is over het algemeen relatief kleinschalig en gevarieerd. Naast dorpjes is er een diversiteit aan agrarische activiteit te vinden, waaronder de voor het rivierengebied kenmerkende fruitteelt. Vanwege de lange ontwikkelingsgeschiedenis is deze zone cultuurhistorisch gezien het meest relevant. De zone is mede daarom eveneens van recreatief belang;
- **Komgrond:** dat de zware nattere rivierkleigronden in de komgebieden later ontgonnen zijn, is te zien aan het grootschalige rationele verkavelingspatroon, gebaseerd op een goede waterhuishouding. De komgronden bestaan vooral uit weilanden en zijn daardoor ruimtelijk zeer open. Ruimtes zijn soms opgedeeld door wegbeplantingen en er liggen soms grotere productiebossen. De in de komgrond gelegen bebouwing, bestaat veelal uit verspreid gelegen boerderijen.

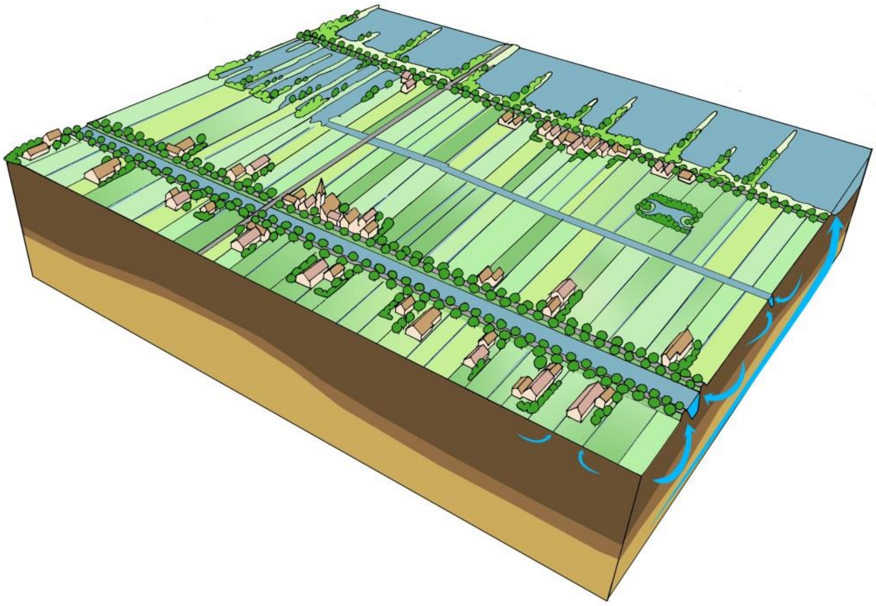
De landschappelijke kwaliteit van het rivierengebied wordt bepaald door het contrast tussen de landschappelijke zones. Bovenstrooms zijn de uiterwaarden, oeverwallen en stroomruggen relatief breed, terwijl benedenstrooms smalle uiterwaarden en oeverwallen en grote uitgestrekte komgebieden voorkomen. Door veranderend landgebruik nemen de contrasten tussen oeverwal/stroomrug en komgrond geleidelijk af. De oeverwal/stroomruggen worden minder kleinschalig, terwijl de komgronden verdichten door onder andere verstedelijking. Ook grootschalige infrastructuur heeft soms letterlijk zijn sporen door het rivierlandschap getrokken.

Het verstedelijkingspatroon in het rivierengebied bestaat uit verspreid liggende kernen in een lijn evenwijdig aan de rivier. De kernen liggen op de oorspronkelijke oeverwallen of stroomruggen, die al zeer vroeg bewoond werden. Dit geldt in het bijzonder voor de rivierduinen (donken). Er is een directe relatie tussen de grootte van de kernen en de bevaarbaarheid van de rivier waar ze aan liggen en daarmee de aantrekkelijkheid voor bedrijvigheid, waaronder oorspronkelijk de baksteenindustrie. De kernen langs de Maas zijn over het algemeen kleiner dan die langs de Waal. De komgronden worden gekarakteriseerd door het ontbreken van stedelijke kernen. Hier komt alleen verspreide bebouwing voor.

Het ontsluitingspatroon bestaat uit evenwijdig aan de rivier liggende wegen op dijken en oeverwallen. Het ontsluitingspatroon binnen de komgronden is over het algemeen grofmazig en rechtlijnig.
Door de ligging van het rivierengebied als schakel tussen Oost en West Nederland is grootschalige infrastructuur ontstaan, evenwijdig aan de rivieren, zoals snelwegen en spoorlijnen.

15.1.5 LAAGVEENGEBIED

In Figuur 15.5 is het landschapstype laagveengebied gevisualiseerd. Onder de figuur is een korte beschrijving van het landschapstype opgenomen.



Figuur 15.5 Visualisatie landschapstype laagveengebied

Grote delen van de Nederlandse delta bestonden uit dikke pakketten veen, die ontstonden door een hoge zeespiegel en hoge grondwaterstand. Dit veen is in de loop der tijd in cultuur gebracht en ontwikkelde zich tot het huidige landschap, waarbij het kenmerkende landschapsbeeld wordt gevormd door het middeleeuwse ontginningssysteem. Deze verkaveling in lange, smalle banen wordt ook wel een slagenlandschap genoemd. Hierbij vond bewoning en ontginning plaats vanaf de oeverwallen, veenstroompjes of gegraven watergangen (weteringen). Het laagveengebied is daarbij verdeeld in afzonderlijke poldereenheden. De ontsluiting van de polders vindt nog steeds grotendeels plaats vanaf de randen; de ontginningsbases van de polders. Daardoor is er een duidelijke zonering in de intensiteit van het agrarisch bodemgebruik ontstaan: intensief bij de bebouwing langs de randen van de polder en extensief verder daar vandaan. Laagveengebieden komen in het plangebied voor in West Nederland, Friesland en West Overijssel.

Oorspronkelijk lag het laagveengebied boven het niveau van de zeespiegel, maar door ontwatering van het (hoog-) veen trad inklinking (inzakking) van de bodem op. Hierdoor is het maaiveld steeds verder gedaald en zijn riviertjes en boezemwateren hoger komen te liggen dan de polders. Het veen is ook op grote schaal weggehaald. Hierdoor ontstonden zeer waterrijke gebieden, met soms enkele grote plassen.

De ruimtelijke kwaliteit van het laagveengebied wordt bepaald door het contrast tussen dichte bebouwingslinten langs de randen en de openheid van het middengedeelte van de polders, met het kenmerkende slotenpatronen die vele smalle weidekavels vormen. Het laagveengebied heeft een hoge landschappelijke en cultuurhistorische waarde en is mede daarom ook recreatief zeer waardevol. De productieomstandigheden voor de landbouw worden bepaald (en beperkt) door de waterstand in de polder en de relatief grote kaveldiepte.

De kenmerkende open ruimtes worden op veel plaatsen verkleind door de aanleg van infrastructuur, boerderijverplaatsing, schaalvergroting in de landbouw en glastuinbouwcomplexen. De herkenbaarheid van de polderopbouw verdwijnt als deze te zeer wordt doorsneden of versnipperd. Ook de linten zelf staan onder druk. Door uitbreiding slibben ze dicht of vermindert het lijnvormige karakter.

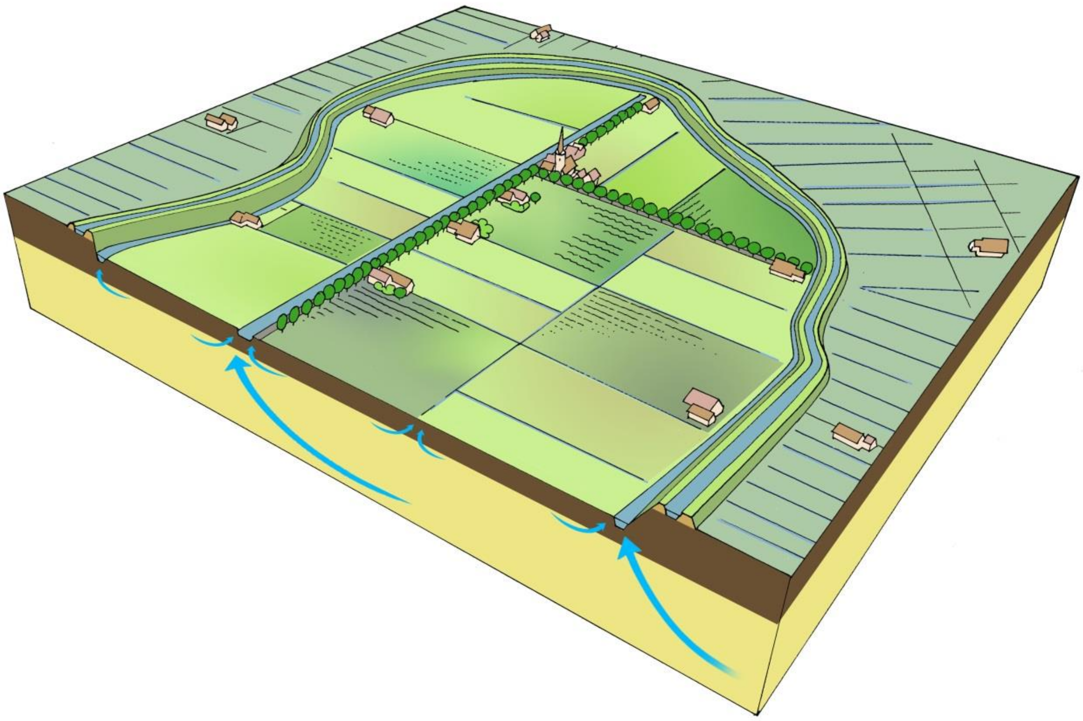
Binnen het laagveengebied komen aanzienlijke regionale verschillen voor, die samenhangen met het watersysteem. Ook verkavelingsvormen, verveningen en de aanwezigheid van open water dragen aan de regionale verschillen bij.

Het verstedelijkingpatroon binnen het Laagveengebied bestaat uit het verdichten en aaneengroeien van de lintbebouwing op de oeverwallen langs veenriviertjes. Daarnaast ontstonden er verspreide clusters op strategische knooppunten. Net als bij de veenkoloniën zijn er stedelijke kernen die later planmatig zijn uitgegroeid in de polder.

Het ontsluitingspatroon bestaat uit de wegen op de oeverwallen langs de veenriviertjes en de wegen haaks hierop. Het contrast tussen beiden kan bijna niet groter zijn: van het slingerende of kronkelige verloop van de wegen op de oeverwallen (langs de riviertjes) tot het blokvormige patroon van de rechte wegen in de aangrenzende polders. Het ontsluitingspatroon is grofmazig: de dichtheid aan watergangen is vele malen hoger, dan de dichtheid aan wegen.

15.1.6 DROOGMAKERIJEN

In Figuur 15.6 is het landschapstype droogmakerijen gevisualiseerd. Onder de figuur is een korte beschrijving van het landschapstype opgenomen.



Figuur 15.6 Visualisatie landschapstype droogmakerij

Droogmakerijen zijn polders, ontstaan door het droogleggen van meren en uitveningsplassen met de bedoeling om er landbouwgrond van te maken. Dit landschapstype komt binnen het plangebied voor in Noord- en Zuid-Holland, Flevoland, en voor een klein gedeelte in Friesland. Het op de tekentafel ontworpen, rechthoekige stramien van wegen en waterlopen bepaalt de indeling van droogmakerijen. Het kenmerkende ordeningsprincipe van de droogmakerij wordt zo gevormd door de rationele indeling van

een duidelijk begrensde poldereenheid binnen een kade. Opvallend is de hoge ligging van ringvaart met kades ten opzichte van het maaiveldniveau binnen de droogmakerij. Het landschap is visueel open, met een regelmatig, bedacht patroon van weiden en akkers. De ontsluiting vindt plaats vanaf de wegen in de polder en niet vanaf de randen, zoals bij de polders in het laagveengebied.

Al kennen de droogmakerijen in grote lijnen de zelfde opzet, niet alle droogmakerijen zijn hetzelfde. In de loop der tijd zijn er wisselende inzichten geweest hoe de polder het best ontgonnen, ingericht en gecultiveerd kon worden. Elke droogmakerij heeft daarom zijn eigen ordening en maat: kavelgrootte en lengte-breedteverhouding zijn uniek. Ook (laan)beplanting en boerderijtypen kunnen daardoor wisselend zijn. In sommige polders is sprake van aaneengegroeide linten, in andere liggen de boerderijen op ideale afstanden van elkaar met dorpjes op strategische knooppunten. Alle polders zijn relatief grootschalig en open, maar de mate waarin kan per polder verschillen. Landschappelijk en cultuurhistorisch is de grootste kwaliteit van de droogmakerij het ensemble, dat vaak in zijn geheel is ontworpen.

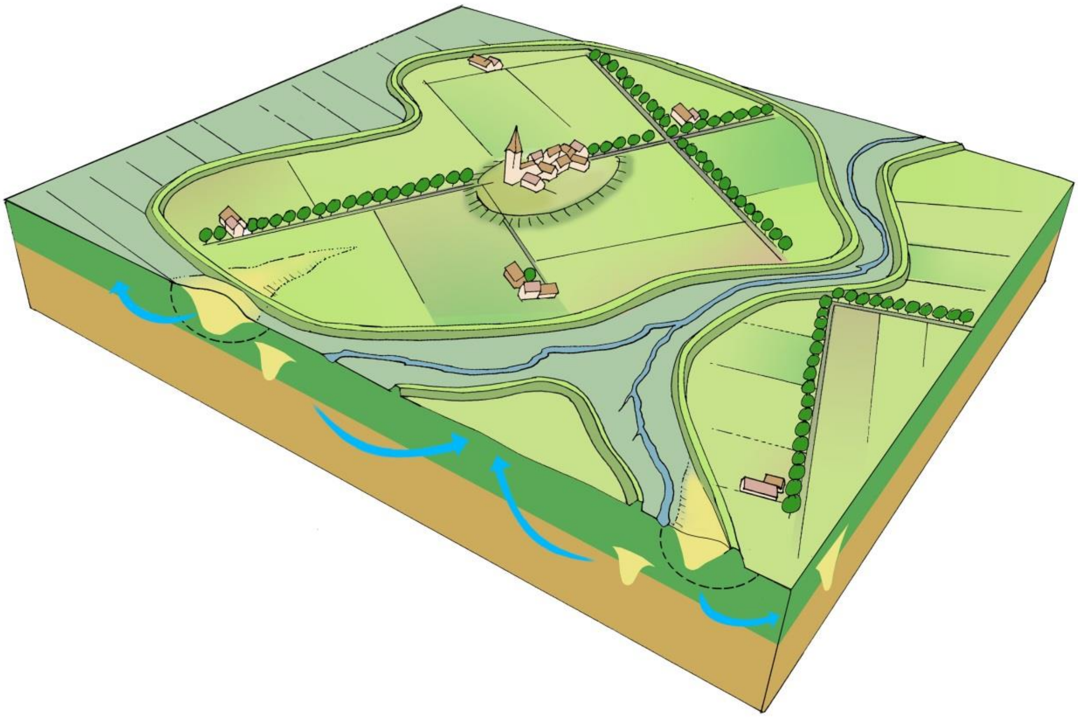
Droogmakerijen vormen door het ontwerp en indeling internationaal gezien een vrijwel uniek cultuurlandschap. De droogmakerij de Beemster is zelfs Werelderfgoed. Niet alle droogmakerijen zijn nog in originele staat. Verstedelijking en andere vormen van grondgebruik zoals glastuinbouw hebben de oorspronkelijke patronen aangetast. Nieuwe elementen als de windmolens in de Flevoland kunnen visueel bepalende elementen in dit landschap zijn.

Door de voorbedachte opzet van de droogmakerijen als geheel, is ook het verstedelijkingspatroon een resultante hiervan. In sommige droogmakerijen werd bebouwing in linten geplaatst, in andere juist verspreid of in clusters. Er vond een strategische spreiding plaats. Op kruisingen van wegen ontstonden later compacte kernen, door planmatige groei. Een uitzondering hierop vormt Flevoland waar vanaf de opzet is gekozen voor een aantal (zeer) grote kernen.

Het ontsluitingspatroon binnen de droogmakerijen bestaat uit een rationele (rechthoekige) opzet, met wegen door de polder, op regelmatige afstand van elkaar, als verbindingen tussen de verspreide kernen.

15.1.7 ZEEKLEIGEBIED

In Figuur 15.7 is het landschapstype zeekleigebied gevisualiseerd. Onder de figuur is een korte beschrijving van het landschapstype opgenomen.



Figuur 15.7 Visualisatie landschapstype zeekleigebied

Zoals de naam doet vermoeden bestaan de zeekleigebieden uit land dat is gewonnen op de zee. Binnen het plangebied bevinden deze gebieden zich in Zuid-Holland, Zeeland en Groningen. Het kenmerkende landschapsbeeld wordt gevormd door de aaneenschakeling van verschillende polders, die de stadia van de verovering door de mens op de zee weerspiegelen. De dijken en de kreken (voormalige getijdengeulen) zijn de meest bepalende elementen in dit open landschap. Binnen het zeekleigebied kan onderscheid worden gemaakt tussen het terpenlandschap van noordOost-Nederland en het bedijkingen landschap van zuidwest Nederland. Dit verschil komt door andere manieren van ontginning. In het zuiden vond landaanwas plaats in min of meer ovale, afzonderlijke polders. In het noorden is land parallel aan de kust ontgonnen.

De ruimtelijke kwaliteit van het zeekleigebied wordt bepaald door de herkenbare opbouw van ‘binnen’ naar ‘buiten’: van de ruimtelijk duidelijk begrensde oudste polders (vooral in het zuiden vaak met ovale vorm), via latere inpolderingen (schillen rond de oudste polders) naar het weidse landschap van de zee en de zeearmen.
Er zijn markante contrasten aanwezig tussen de strakke, door de mens gemaakte vormen en de grillige patronen die onder invloed van de zee zijn ontstaan. Het landschap is vlak en maakt, mede door de grote maat van de percelen, een uitgestrekte indruk. Zeker in het noorden van Nederland liggen de dichte elementen, zoals de steden en dorpen als compacte eilanden in de open ruimte. Het noordelijke terpenlandschap bevatten de grootste open ruimten van Nederland. Waardevol zijn tevens de kreekrestanten en de grotendeels beplante voormalige waterkeringen. Ook monumentale boerderijen en erfbeplantingen dragen bij aan de ruimtelijke kwaliteit van de zeekleigebieden. Sommige delen van het terpenlandschap behoren tot de oudste cultuurlandschappen van Nederland.

Het bodemgebruik in de zeekleigebieden bestaat voornamelijk uit akkerbouw en vollegronds tuinbouw. Op de zwaardere kleigronden komt grasland voor. De geringe beschikbaarheid van zoetwater is een

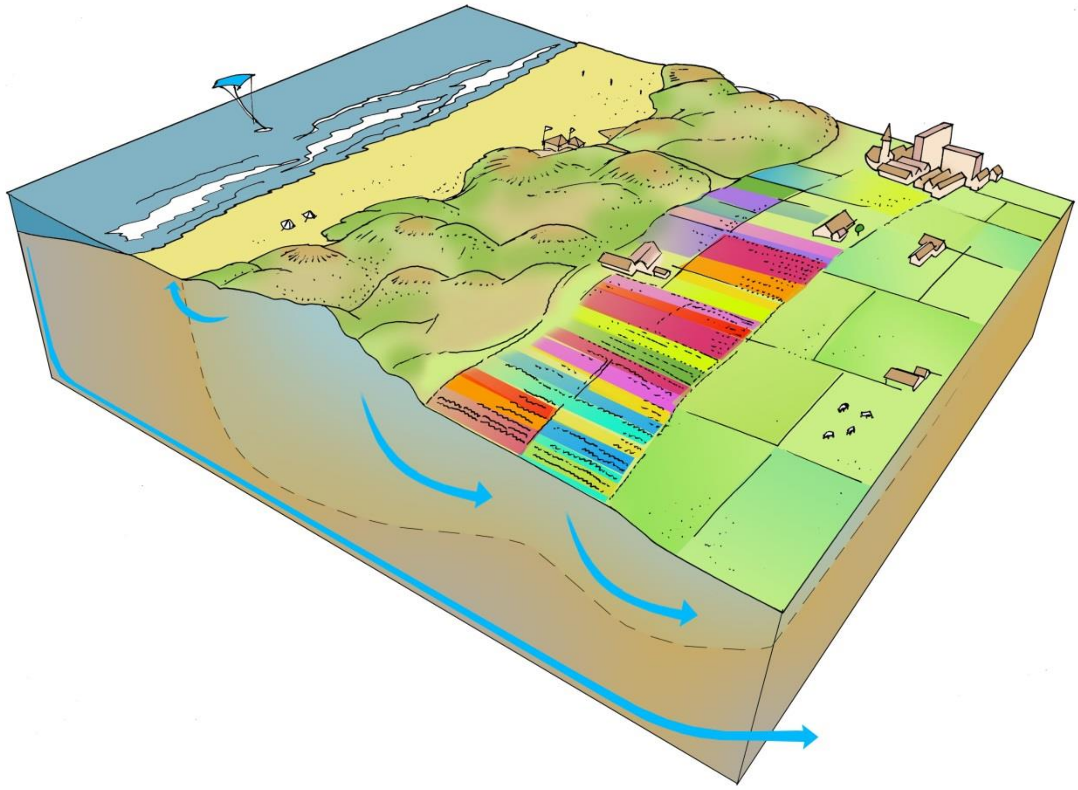
beperkende factor voor de landbouw. De belangrijkste landschappelijke en cultuurhistorische kwaliteit van het zeekleilandschap is de herkenbare structuur van de ontginningsgeschiedenis. Door verstedelijking en nieuwe vormen van grondgebruik - zoals glastuinbouw - worden poldereenheden minder herkenbaar en wordt de leesbaarheid van het gebied aangetast. In de noordelijke zeekleigebieden vindt ook aardgas- en zoutwinning plaats.

In het terpenlandschap van Noord-Nederland bestaat het verstedelijkingspatroon uit compacte kernen in een open landschap, in een lijn evenwijdig aan de kust. In het dijkenlandschap van Zuid Nederland zijn de kernen eveneens compact, maar liggen ze meer verspreid over het gebied.

Het ontsluitingspatroon varieert van grofmazig tot meer fijnmazig en bestaat uit een grillig wegenpatroon, evenwijdig aan of meelopend met de grilligheid van de kustlijn.

15.1.8 KUSTZONE

In Figuur 15.8 is het landschapstype kustzone gevisualiseerd. Onder de figuur is een korte beschrijving van het landschapstype opgenomen.



Figuur 15.8 Visualisatie landschapstype kustzone

Het kenmerkende ordeningsprincipe van het kustgebied wordt gevormd door een zonering parallel aan de kustlijn:

- **Strand, zeereep en duinen:** de dynamische zone direct aan zee, die nog onder invloed van de zee staat.

- **Binnenduinrand:** De 'binnenduinrand' is de graduele overgang tussen het duinmassief en het achterliggende (polder)land. Binnenduinranden herbergen sterke gradiënten in vocht en voedselrijkheid: van het voedselarme droge duin naar het lager gelegen, door kwel gevoede en voedselrijkere achterland (ten Haaf & Bakker, 1986). Door duinafgraving voor zandwinning in de binnenduinrand is de natuurlijke, brede duinzoom in de vastelandsduinen veelal gereduceerd tot een smalle en zeer steile gradiënt, grenzend aan volkomen vlakke polders. De binnenduinrand is een kleinschalig, zeer gevarieerd, aantrekkelijk landschap met landgoederen en intensieve vormen van landbouw en bewoning.
- **Strandvlakte:** De strandvlaktes zijn open, nauwelijks bebouwde poldergebieden met vaak een hogere waterstand dan de omgeving. In het verleden waren de gronden meer venig en in gebruik als grasland, maar door vermenging met duinzand ontstonden hier de zogenaamde geestgronden, die zeer geschikt zijn voor de bloembollenteelt.
- **Strandwal:** een strandwal is een in het holoceen gevormde zandbank, evenwijdig aan de huidige kust, die bij normale getijden boven water uitstak. Hierop hebben zich de oude duinen gevormd. Gaandeweg is de kust opgeschoven en zijn de strandwallen nu vaak nog te zien als lage en langgerekte wat hoger gelegen zandruggen op afstand van de huidige duinzone. De langgerekte strandwallen waren als bouwland in gebruikt. Ook hier werden wel geestgronden gecreëerd door menging van veen met de oude duingrond. Boerderijen lagen oorspronkelijk op de grens van bouw- en grasland. De strandwallen vormen het dichtst bewoonde deel van de Kustzone.

De bewoning vond oorspronkelijk plaats op de hogere delen: binnenduinrand en strandwallen. Later zijn door de aanleg van verbindingswegen dwarsverbanden in dit lineaire patroon ontstaan. De dynamiek van de a-biotische processen is direct langs de kust het grootste en neemt verder landinwaarts af. Vanwege de zichtbare landschapsvormende processen is het kustgebied aardkundig relevant.

Zowel het verstedelijkingspatroon als het ontsluitingspatroon volgen in hoofdlijnen de opdeling van de evenwijdig aan de kust liggende deelgebieden: binnenduinrand, strandvlakte, strandwal.
Aan de binnenduinrand liggen kleine kernen als clusters. Meer landinwaarts, op de vroegere strandwallen, liggen de vaak grotere kernen.

Het ontsluitingspatroon bestaat uit de hoofdwegen langs de binnenduinrand evenwijdig aan de kust. Haaks hierop liggen rechte verbindingswegen naar de kernen landinwaarts. De strandvlakte wordt getypeerd door een grilliger wegenpatroon.

De kustzone is door het strand, het natuurlijke karakter van de duinen, de variatie en de bloembollenvelden recreatief aantrekkelijk en belangrijk. De bloembollensector is zelf ook economisch van belang. Tevens speelt het gebied een rol in de drinkwatervoorziening. Verstedelijking, recreatieve druk en glastuinbouw zorgen voor een negatieve beïnvloeding van de oorspronkelijke landschappelijke en cultuurhistorische kenmerken van het kustgebied.

15.2 TOETSINGSKADER

15.2.1 WETTELIJK EN BELEIDSKADER

Paragraaf 15.2.1 beschrijft het wettelijk kader en het vigerende beleidskader voor de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie. Bij het wettelijk kader zijn relevante internationale verdragen en nationale wetten beschreven. Bij het beleidskader is het relevante Rijks- en provinciaal beleid beschreven.

Wettelijk kader

Het wettelijk kader bestaat uit internationale verdragen en nationale wetgeving met betrekking tot de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie. Internationale verdragen die door Nederland zijn geratificeerd, zijn de Europese Landschapsconventie (2000) en de Werelderfgoedconventie (1972). Deze verdragen en de relevantie voor dit PlanMER zijn in Tabel 15.1 beschreven. Relevante wetgeving is: de Monumentenwet (1988), Natuurschoonwet (1920) en de Boswet (1961). Deze wetten en de relevantie voor dit PlanMER zijn in Tabel 15.2 hierna beschreven.

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
Werelderfgoedconventie *(UNESCO, 1972)*, geratificeerd door Nederland in 1992)	Werelderfgoed is cultureel of natuurlijk erfgoed dat wordt beschouwd als onvervangbaar, uniek en eigendom van de hele wereld. Het zijn monumenten, natuurgebieden, gebouwen en landschappen van uitzonderlijke en universele waarde. De Nederlandse overheid heeft het verdrag ondertekend en verklaart hiermee de Werelderfgoederen (Werelderfgoedlijst) binnen Nederland te zullen behouden en beschermen voor de lange termijn. Bescherming vindt plaats met nationale wet- en regelgeving (Monumentenwet, 1988), De Commissie Herziening voorlopige Werelderfgoedlijst (2011) is ingesteld om een voorlopige lijst van Nederlandse erfgoederen samen te stellen. Op deze lijst staan de erfgoederen die de Nederlandse regering wil voordragen voor de Werelderfgoedlijst.	Zoals aangegeven in de NRD is Werelderfgoed niet bij voorbaat uitgesloten voor schaliegaswinning, omdat hiervoor geen wettelijke kaders zijn. Hoewel toestemming voor schaliegaswinning in deze gebieden lastig zal zijn, kan dit niet op voorhand uitgesloten worden. In dit planMER is op gebiedsniveau daarom nader onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van schaliegaswinning in deze gebieden en of deze effecten passen binnen de kaders die Werelderfgoed aan ruimtelijke ingrepen stelt. Voor elk initiatief zal altijd op voorhand locatie specifiek nagegaan moeten worden wat de te verwachten milieueffecten van de boring in en onder de niet uitgesloten gebieden zijn. Voor deze planMER relevante Werelderfgoederen zijn: ▪ Schokland (1995) ▪ Stelling van Amsterdam (1996) ▪ Molens bij Kinderdijk / Elfshout (1997) ▪ Droogmakerij van De Beemster (1999) ▪ De Waddenzee (2009) ▪ Limes (Voorlopige Werelderfgoedlijst, 2011) ▪ Nieuwe Hollandse Waterlinie (Voorlopige Werelderfgoedlijst, 2011) De overige Werelderfgoederen betreffen bouwkundige elementen of liggen in stedelijk gebied en vallen

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
		buiten het plangebied van dit planMER.
Europese Landschapsconventie (ELC) (Raad van Europa, 2000), sinds 2005 van kracht in Nederland	Verdrag waarin in het thema landschap integraal behandeld wordt. Belangrijke doelen van dit verdrag zijn bescherming, beheer en inrichting van alle landschappen en het organiseren van Europese samenwerking op dit gebied. De mate waarin Nederland voldoet aan de ELC is afhankelijk van de wijze waarop het landschap beleidsmatig op diverse overheidsniveaus wordt ondersteund. Het beleid ten aanzien van het landschap is door de Rijksoverheid overgedragen aan de provincies. Voor het ELC blijft de Rijksoverheid echter verantwoordelijk voor het Nederlandse landschap als geheel, en moet er voor zorgdragen dat gedecentraliseerd landschapsbeleid goed wordt uitgevoerd.	Uitvoeren effectbeoordeling voor landschap, zowel meer generiek voor landschapstypen als meer specifiek voor deelgebieden. Beleidskader meenemen in toetsing en effectbeoordeling. In dit planMER wordt de kwaliteit van landschap in brede zin beschouwd als onderdeel van ruimtelijke kwaliteit, dit is toegelicht bij het beoordelingskader (zie paragraaf 15.2.2).

Tabel 15.1 Internationale verdragen voor de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie

Wetgeving		
Monumentenwet[36] (Koninkrijk der Nederlanden, 1988)	De Monumentenwet borgt de bescherming van cultureel erfgoed. De Monumentenwet regelt de bescherming van gebouwen (Rijks- of gemeentelijke monumenten), Stads- of Dorpsgezichten en van elementen/ensembles van de (Voorlopige) Werelderfgoedlijst (zie Tabel 15.1). De wet verbiedt om zonder vergunning een beschermd monument af te breken, te verstoren, te verplaatsen of in enig opzicht te wijzigen. Met de Modernisering Monumentenzorg is niet alleen het object beschermd, maar ook het hiermee samenhangende gebied in de directe omgeving.	Monumenten en Beschermde Stads- en Dorpsgezichten zijn door de beperkte omvang niet meegenomen in dit planMER. Dit betreffen waarden die bij de locatiekeuze van concrete initiatieven op inpassingsniveau moeten en kunnen worden betrokken en niet passen bij het detailniveau in dit planMER. Elementen en Ensembles van de (Voorlopige) Werelderfgoedlijst zijn meegenomen in de beoordeling op deelgebied niveau (zie Tabel 15.1).

[36] Onderdelen van de Monumentenwet gaan naar verwachting over in de Omgevingswet. De Omgevingswet is echter nog niet vastgesteld. Het wetsvoorstel is op 17 juni 2014 naar de Tweede Kamer gestuurd. Naar verwachting treedt de wet in 2018 in werking.

Natuurschoonwet (Koninkrijk der Nederlanden, 1928)	De Natuurschoonwet biedt fiscale voordelen aan eigenaren van landgoederen bij openstelling voor publiek op wandelpaden. Doel is landgoederen als aaneengesloten gebied (minimaal 5 ha) in stand te houden.	Natuurschoonwet landgoederen zijn door de beperkte omvang niet meegenomen in dit planMER. Dit betreffen waarden die bij de locatiekeuze van concrete initiatieven op inpassingsniveau moeten en kunnen worden betrokken en niet passen bij het detailniveau in dit planMER.
Boswet (Koninkrijk der Nederlanden, 1961)	Doel van de Boswet is de instandhouding van het bosareaal (bossen en houtopstanden) in Nederland.	Houtopstanden en bosareaal zijn als onderdeel van landschapstypen betrokken in dit planMER.

Tabel 15.2 Wetgeving voor de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie

Rijksbeleid

Het Rijksbeleid voor de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie en de relevantie voor dit planMER zijn in Tabel 15.3 beschreven.

Met de komst van de Rijksstructuurvisie Infrastructuur en Ruimte in 2012 is veel Rijksbeleid, bijvoorbeeld ten aanzien van Nationale Landschappen gedecentraliseerd naar lagere overheden en vooral de provincie (Dessing & Pedroli, 2012).[37]

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012)	In Bijlage 4 van de SVIR is een kaart met 20 Nationale Landschappen opgenomen. Deze landschappen weerspiegelen samen de diversiteit en ontstaansgeschiedenis van het Nederlandse cultuurlandschap. Het Rijksbeleid voor landschap is gedecentraliseerd naar de provincies, waarbij het Rijk provincies meer ruimte wil geven bij de afweging tussen verstedelijking en landschap, om zo meer ruimte te laten voor regionaal maatwerk. Landschappelijke, natuurlijke en cultuurhistorische kwaliteiten op de Noordzee, het IJsselmeer en Waddenzee blijven van nationaal	Per provincie is een inventarisatie opgesteld van het beleid ten aanzien van landschap, cultuurhistorie en ruimtelijke kwaliteit. Dit is beschreven bij provinciaal beleid en wordt meegenomen bij de effectbeoordeling op deelgebied niveau. Beleid ten aanzien van effecten op grote wateren als de Noordzee wordt behandeld bij de beoordeling op deelgebied niveau.

[37] Veel voorheen relevant Rijksbeleid is daarnaast vervallen of niet meer van toepassing, waaronder: Algemeen Recreatiebeleid, Rijksbufferzones, Belvedère, Agenda Landschap, Beleidsbrief Verrommeling, Programma en Samenwerkingsagenda Mooi Nederland, Rijksprogramma Groene Hart en Zicht op Mooi Nederland (Nationale Snelwegpanorama's).

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
	belang. Het Rijksbelang voor de Waddenzee is geborgd in de Derde Nota Waddenzee[38] en het Barro. In het nationaal waterplan staat dat het vrije zicht op de horizon vanaf de kust naar zee een ruimtelijke kwaliteit van nationaal belang blijft. Waar dit belang conflicteert met andere nationale belangen, vindt een zorgvuldige afweging plaats en borgt dit in het Barro[39]. In bijlage 4 van de SVIR wordt het Werelderfgoed genoemd. In de SVIR is het algemene beleid ten aanzien van cultuurhistorie uitgebreid met Wederopbouwgebieden.	 De Wederopbouwgebieden zijn besproken bij de deelgebieden.
Visie Erfgoed en Ruimte (VER), Kiezen voor karakter (Ministerie OC&W / Ministerie Infrastructuur en Milieu, 2011)	In de VER worden de kernkwaliteiten van de Wederopbouwgebieden toegelicht. Het betreft het landelijk gebied van Walcheren, de Noordoostpolder en het gebied van de Ruilverkaveling Maas en Waal-west en enkele kleinere gebieden.	De Wederopbouwgebieden zijn besproken bij de deelgebieden.
Besluit Algemene Regels Ruimtelijke Ordening (BARRO) (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011)	Barro - In het Barro worden de nationale belangen uit de SVIR geborgd. Deze AMvB (ook wel het 'Besluit algemene regels ruimtelijke ordening' of Barro genoemd) is gericht op doorwerking van nationale belangen in gemeentelijke bestemmingsplannen (Infomil, 2014). In het BARRO zijn onder andere regels opgenomen ten aanzien van: ▪ Erfgoederen van uitzonderlijke universele waarde (titel 2.13) ▪ Waddenzee en Waddengebied (titel 2.5) Voor het Waddengebied geldt het "nee tenzij" principe voor nieuwe ontwikkelingen. Op basis van artikel 2.5.6. (externe werking) mogen te	In artikel 2.13.2 worden 4 erfgoederen van uitzonderlijke universele waarde aangegeven: ▪ Nieuwe Hollandse Waterlinie ▪ Romeinse Limes ▪ Werelderfgoed De Beemster ▪ Werelderfgoed Stelling van Amsterdam Het BARRO geeft aan (artikel 2.13.4) dat de (landschappelijke en cultuurhistorische) kernkwaliteiten van deze 4 erfgoederen beschermd dienen te worden en dat het beleid-, begrenzing en richtlijnen hiervoor in Provinciale verordeningen) dient uitgewerkt en vastgelegd te worden. Het in het BARRO in artikel 2.5.3

[38] De Derde Nota Waddenzee betreft gebiedsgericht beleid en wordt daarom meegenomen op deelgebied niveau

[39] De voor dit aspect relevante onderdelen van het Barro zijn gebiedsgericht en worden daarom meegenomen op deelgebied niveau (zie 15.7).

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
	bestemmen ontwikkelingen geen significante gevolgen voor de aanwezige landschappelijke- en cultuurhistorische kwaliteiten hebben. Dit geldt onder andere voor de kwaliteiten openheid en duisternis. Bepalingen over gronden buiten de Waddenzee (Artikel 2.5.13, installaties voor het winnen van diepe delfstoffen): ▪ Winning of opsporing van gas onder de Waddenzee is pas mogelijk indien er wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel bestaat dat er schadelijke gevolgen zijn voor natuur- en landschapswaarden. ▪ Bouwwerken (waaronder tijdelijke boorinstallaties) dienen zorgvuldig ingepast te worden in het landschap ter bescherming van de unieke openheid daarvan, met behulp van de best beschikbare technieken.	gedefinieerde Waddengebied is voor dit planMER relevant. De Waddenzee is als groot open water in deze planMER uitgesloten, maar de zonering van het Waddengebied strekt ook tot op het land.
Derde Nota Waddenzee ***(Ministerie van VROM, 2007)***	In Deel 4 van de planologische kernbeslissing Derde Nota Waddenzee is de borging van onder andere de landschappelijke kwaliteiten van de Waddenzee vastgelegd. Onder de te beschermen en te behouden waarden en kenmerken wordt ten aanzien van de landschappelijke vooral verstaan: rust, weidsheid, open horizon en natuurlijkheid inclusief duisternis. .	De grote wateren, waaronder de Waddenzee vallen buiten het plangebied van deze planMER. Echter schaliegaswinning op land kan effect hebben op de Waddenzee. Zo wordt in de nota gesteld dat, nieuwe bebouwing in de nabijheid van de Waddenzee alleen mag plaatsvinden binnen de randvoorwaarden van het nationaal ruimtelijk beleid en wat betreft de hoogte dient aan te sluiten bij de bestaande bebouwing en daar waar het gaat om bebouwing in het buitengebied, dient te passen bij de aard van het landschap. Er gelden ten aanzien van bouwwerken voor opsporing en winning van gas onder de Waddenzee aanvullende voorwaarden. Tevens wordt gesteld dat, gelet op deze zorgvuldige

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
		inpassing in het landschap tijdelijk gebruik van installaties ten behoeve van exploratie, onderhoud en winning als niet schadelijk wordt beschouwd voor open horizon en duisternis. Ten aanzien van de externe werking geldt expliciet toetsing aan de hoofddoelstelling van de PKB van in de Waddenzee lichthinder veroorzakende activiteiten.

Tabel 15.3 Rijksbeleid voor de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie

Provinciaal beleid
Het provinciale beleid voor de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie bestaat uit de Provinciale structuurvisies en de Provinciale ruimtelijke verordeningen opgesteld onder de Wet Ruimtelijke Ordening (Wro). De structuurvisies beschrijven de provinciale ambities en het provinciaal belang. De ruimtelijke verordening zorgt voor doorwerking van het beleid en is bindend voor de gemeenten. Voor dit planMER is het gemeentelijk beleid daarmee minder relevant. Het relevante beleid bestaat uit:

Nationaal Landschap
Nationale Landschappen zijn gebieden met internationaal zeldzame of unieke en nationaal kenmerkende landschapskwaliteiten en in samenhang daarmee natuurlijke en recreatieve kwaliteiten (PBL, CBS, WUR, 2014). Binnen een Nationaal Landschap is ruimte voor sociaaleconomische ontwikkelingen, mits de kwaliteiten van het gebied behouden blijven en waar mogelijk worden versterkt. Het Rijksbeleid voor Nationale Landschappen is overgedragen aan de provincies.

Nationale parken
De Nationale Parken richten zich op bescherming en ontwikkeling van natuur en landschap, educatie en voorlichting en onderzoek. Nationale Parken vertegenwoordigen ook landschappelijke en cultuurhistorische waarden. Met de decentralisatie van het natuurbeleid is de verantwoordelijkheid voor de Nationale Parken bij de provincies komen te liggen. Nationale Parken zijn onderdeel van de Natura 2000-gebieden en het Natuurnetwerk Nederland. Natura 2000-gebieden zijn in dit planMER uitgesloten en maken geen deel uit van het plangebied voor schaliegaswinning.

Aardkundige waarden
Aardkundige waarden zijn gave en representatieve elementen en patronen die aan het oppervlak zichtbaar zijn. Aardkundige waarden zijn veelal aangeduid als waardevolle gebieden en zijn hiermee relevant als randvoorwaarden bij ruimtelijke ontwikkelingen. In diverse Nederlandse provincies zijn aardkundige monumenten aangewezen. Een aardkundig monument heeft geen status als een rijks- of gemeentelijk monument, maar is bedoeld om interesse voor het gebied op te wekken en de kennis over dit gebied onder een breder publiek te verspreiden. Het beleid is vaak verankerd in het Bodembeleid (zie Hoofdstuk 5).

Cultuurhistorische Waardenkaart (CHW)

Cultuurhistorische waarden zijn opgenomen op de Provinciale Cultuurhistorische Waardenkaart (CHW) of Provinciale Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS). Hierin staan zowel cultuurhistorisch waardevolle gebieden, patronen als elementen. Een deel hiervan is tevens opgenomen in de Omgevingsverordening van de desbetreffende provincie. Het beleid is gericht op het behoud van cultuurhistorische elementen en relicten, behoud door ontwikkeling en het versterken van de samenhang en herkenbaarheid bij nieuwe ontwikkelingen.

In de inventarisatie van provinciaal beleid zijn overeenkomsten en verschillen met het rijksbeleid naar voren gekomen. Overeenkomsten zijn de beschermde gebieden per provincie, deze komen grotendeels overeen met de Nationale Landschappen. Verschillen zijn het beleid voor aardkundige waarden, erfgoed en ruimtelijke kwaliteit. Het relevante provinciale beleid (beschermingsregime) en relevantie voor dit planMER is per provincie beschreven in Tabel 15.4.

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
Limburg Provinciaal Omgevingsplan Limburg 2014 – 2025 Provinciaal natuur- en landschapsbeleid 2013 – 2020	*Nationaal Landschap* ▪ Zuid-Limburg *Nationale parken* ▪ De Meinweg ▪ De Peel ▪ De Maasduinen *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden ▪ Geologisch monument *Cultuurhistorische Waardenkaart (CHK)*	**Deelgebied Zuid-Limburg** Nationaal Landschap Zuid-Limburg Aardkundig waardevolle gebieden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de CHK
Noord-Brabant Structuurvisie 2010 - 2025 (partiële herziening 2014)	*Nationaal Landschap* ▪ Het Groene Woud *Nationale parken* ▪ De Biesbosch ▪ Grenspark De Zoom-Kalmthoutse Heide ▪ De Groote Peel ▪ De Loonse en Drunense Duinen *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden *Cultuurhistorische Waardenkaart (CHW)*	**Deelgebied Noord-Brabant / Zuid-Limburg (A / B / C)** Nationaal Landschap het Groene Woud Aardkundig waardevolle gebieden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de CHW
Gelderland	*Nationale landschappen*	**Deelgebied Oost-Nederland**

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
Omgevingsvisie Gelderland (vastgesteld 9 juli 2014) Omgevingsverordening (2014)	▪ Arkemheen-Eemland ▪ Gelderse Poort ▪ Graafschap ▪ Nieuwe Hollandse Waterlinie ▪ Rivierengebied ▪ Veluwe ▪ Winterswijk *Nationale Parken* ▪ De Hoge Veluwe ▪ Veluwezoom *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden *Cultuurhistorische waardenkaart* Opgenomen in de verordening: ▪ Behoud waardevol open landschap ▪ Romeinse Limes	Nationaal Landschap ▪ Graafschap ▪ Veluwe ▪ Winterswijk Aardkundig waardevolle gebieden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de CHW
Overijssel Omgevingsvisie Overijssel 2013 - 2030	*Nationale landschappen* ▪ IJsseldelta ▪ Noordoost-Twente *Nationale Parken* ▪ De Weerribben ▪ De Sallandse Heuvelrug. *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden ▪ Aardkundige monumenten *Cultuurhistorische waardenkaart (CWK)*	**Deelgebied Oost-Nederland** Nationaal Landschap Noordoost-Twente Aardkundige waarden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de CWK
Drenthe Omgevingsvisie Drenthe 2010 – 2020	*Nationaal landschap*: ▪ Drentsche Aa *Nationale parken* ▪ Beek- en esdorpenlandschap Drentsche Aa; ▪ Dwingelderveld; ▪ Drents- Friese Wold	**Deelgebied Noord-Nederland (B)** Aardkundige waarden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in *de Cultuurhistorische Hoofdstructuur*

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
	Natuurparken: ▪ Geopark de Hondsrug; (status internationaal Geopark, onder toezicht van UNESCO) ▪ Holtingerveld; ▪ Internationaal Natuurpark Veenland. *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden *Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS)*	
Groningen Provinciaal omgevingsplan 2009 -2013 Provinciale Omgevingsverordening 2009 (Partiële herziening, 2014)	*Nationale Landschappen* ▪ Middag-Humsterland ▪ De Drentsche Aa *Waddenzee (incl. Eems en Dollard)* Het beleid voor de Waddenzee is gericht op duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en op het behoud van het unieke open landschap. *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden *Cultuurhistorische waardenkaart*	**Deelgebied Noord-Nederland (C)** Aardkundige waarden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de Cultuurhistorische waardenkaart.
Friesland Streekplan Friesland 2007 – 2015 Provinciaal Milieu Beleidsplan (PMP), 2011-2014	*Nationale Landschappen* ▪ Zuidwest Fryslân ▪ De Noordelijke Wouden. *Nationale parken* ▪ Drents-Friese Wold ▪ De Alde Feanen ▪ Lauwersmeergebied ▪ Schiermonnikoog *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden *Cultuurhistorische Kaart Fryslân*	**Deelgebied Noord-Nederland (A)** *Nationaal Landschap* De Noordelijke Wouden. Aardkundige waarden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de CHK2

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
	(CHK2)	
Utrecht Structuurvisie 2013 - 2028	*Nationale landschappen* ▪ Arkemheen-Eemland ▪ Groene Hart ▪ Rivierengebied ▪ Nieuwe Hollandse Waterlinie ▪ Stelling van Amsterdam *Nationale Parken* ▪ Utrechtse Heuvelrug *Provinciaal Landschap* ▪ Utrechtse heuvelrug *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden ▪ Aardkundige monumenten *Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS)* In de Ruimtelijke Verordening: ▪ Historische buitenplaats zone; ▪ Militair erfgoed; ▪ Agrarisch cultuurlandschap; ▪ Archeologie	**Deelgebied Groene Hart** Nationale Landschappen ▪ Groene Hart ▪ Rivierengebied ▪ Nieuwe Hollandse Waterlinie ▪ Stelling van Amsterdam Aardkundige waarden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de CHS
Noord-Holland Structuurvisie 2012 - 2040	*Nationaal Landschap* ▪ Groene Hart. ▪ Laag Holland. ▪ Stelling van Amsterdam. ▪ Nieuwe Hollandse Waterlinie. *Nationaal park* ▪ Zuid-Kennemerland ▪ Texel *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden ▪ Aardkundige monumenten *Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie*	**Deelgebied Laag Holland** *Nationaal Landschap* ▪ Groene Hart ▪ Laag Holland ▪ Stelling van Amsterdam. ▪ Nieuwe Hollandse Waterlinie Aardkundige waarden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de Informatiekaart Landschap en Cultuurhistorie.
Flevoland	*Nationaal landschap*	**Deelgebied Flevoland**

Beleidsdocument/ Besluit	Relevantie beleidsaspect	Relevantie voor het PlanMER
Omgevingsplan Flevoland 2006-2015	▪ IJsseldelta *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden ▪ Aardkundige monumenten *Cultuurhistorische waardenkaart*	Aardkundige waarden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de CWK
Zuid-Holland De Visie Ruimte en Mobiliteit (VRM) (vastgesteld op 9 juli 2014) Beleidsvisie Cultureel Erfgoed 2013-2016 Bodemvisie Provincie Zuid-Holland	*Nationaal Landschap* ▪ Groene Hart. ▪ Hoeksche Waard *Nationale parken* ▪ De Biesbosch Behoud van erfgoed: ▪ Kinderdijk (Werelderfgoed), ▪ Nieuwe Hollandse Waterlinie (voorlopige Werelderfgoedlijst) ▪ Romeinse Limes, ▪ Kroonjuweel cultureel erfgoed, Landgoed biotoop, ▪ molenbiotoop. *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden (Bodemvisie) *Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS)*	**Deelgebied Zuidvleugel, Kust, Groene Hart en Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden** *Nationaal Landschap* ▪ Groene Hart. ▪ Hoeksche Waard Behoud van erfgoed Aardkundige waarden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de CHS
Zeeland Omgevingsplan Zeeland 2012-2018	*Nationaal Landschap* ▪ Walcheren, ▪ De Zak van Zuid-Beveland ▪ West Zeeuws-Vlaanderen *Nationaal park* ▪ Oosterschelde *Aardkundige waarden* ▪ Aardkundig waardevolle gebieden. *Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS)*	**Deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden** Aardkundige waarden Gebieden en elementen zoals vastgelegd in de CHS

Tabel 15.4 Provinciaal beleid voor de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie

15.2.2 BEOORDELINGSKADER

In deze paragraaf is het beoordelingskader toegelicht. Eerst worden de begrippen identiteit en ruimtelijke kwaliteit verklaard en worden het verband tussen landschap en cultuurhistorie beschreven. Vervolgens wordt het beoordelingskader met de beoordelingscriteria toegelicht.

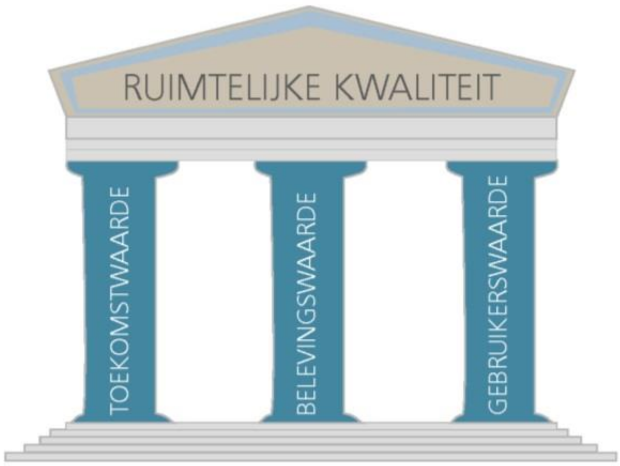
De begrippen identiteit en ruimtelijke kwaliteit

In dit planMER wordt het begrip ruimte gelijk gesteld aan landschap. Een ruimte of landschap heeft een identiteit en een kwaliteit. Deze begrippen hebben een verschillende betekenis, maar worden ten onrechte vaak gelijk gesteld.

De identiteit van het landschap wordt bepaald door karakteristieke kenmerken waarmee een gebied zich onderscheid ten opzichte van andere gebieden (Kruit, et al., 2004). Ten aanzien van de identiteit wordt nader onderscheid gemaakt in: fysieke vorm / situatie, activiteit en betekenis / beleving (Montgommery, 1998) (Punter, 1991).

De ruimtelijke kwaliteit van het landschap betreft de waardering van het landschap. Het beoordelen van ruimtelijke kwaliteit vraagt een nadere duiding van dit begrip[40]. In de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening (VROM, 1989) wordt ruimtelijke kwaliteit gekoppeld aan de begrippen belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarde (zie Figuur 15.9).

Deze begrippen zijn afgeleid van de klassieke driedeling voor goede architectuur van Vitruvius (ca. 60 BC): Venustas (schoonheid), Utilitas (bruikbaarheid), Firmitas (degelijkheid).



Figuur 15.9 Ruimtelijke kwaliteit

De begrippen zijn hieronder toegelicht:

- **Belevingswaarde:** mate waarin de (visuele) kwaliteiten, kenmerken en betekenis van het landschap van nu en het verleden ervaren kunnen worden. Het gaat hierbij onder andere om: schoonheid, uitstraling, imago, eigenheid, samenhang, contrasten, rust en ruimte.
- **Gebruikswaarde:** mate van geschiktheid voor activiteiten c.q. aansluiting bij huidige functies. Het gaat hierbij onder andere om grondgebruik, multifunctionaliteit, bereikbaarheid c.q. toegankelijkheid.

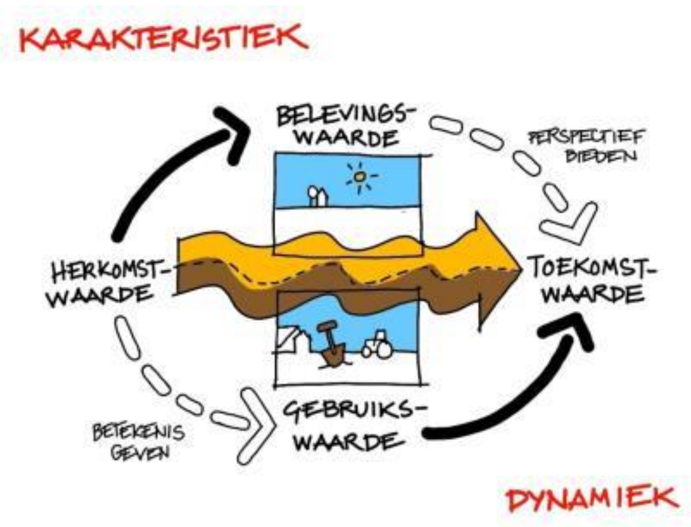
---

[40] In diverse studies is getracht aan dit begrippenkader inhoud te geven, waarbij onder andere een koppeling met economische doelmatigheid, sociale rechtvaardigheid, ecologische duurzaamheid en culturele identiteit werd onderscheiden (Dauvelier, 1991; Jansen-Jansen, 2009; Hooimeijer, 2001; VROM-raad, 1999; Reijndorp, 1998).

- **Toekomstwaarde:** mogelijkheden en aanpasbaarheid voor toekomstige ontwikkelingen van een landschap, c.q. de mate waarin het landschap en de landschappelijke kenmerken toekomstbestendig zijn. Dit kan zowel robuust als adaptief zijn, bijvoorbeeld gekoppeld aan landschapsvormende processen.

Koppeling landschap en cultuurhistorie
Binnen het thema ruimtelijke kwaliteit zijn in dit planMER de thema's landschap en cultuurhistorie samengevoegd. De reden hiervoor is dat, op het schaalniveau van landschapstypen en deelgebieden, de cultuurhistorische identiteiten en kwaliteiten grotendeels samenvallen met landschappelijke kwaliteiten. In dit planMER zijn landschapstypologieën gehanteerd, welke gekoppeld zijn aan een eenduidige ontwikkelingsgeschiedenis.
Een landschappelijk patroon binnen een landschapstype is over het algemeen de resultante van de ontginningswijze en historische ontwikkeling. In dit planMER zijn voor het thema cultuurhistorie de historisch-geografische waarden als onderdeel van het totale landschapsbeeld beschreven en beoordeeld. Bij concrete gebieds- en locatieafwegingen is het onderscheid tussen landschap en cultuurhistorie wel zinvol om effecten op specifieke kwaliteiten te kunnen beoordelen. Dit is echter locatie specifiek en is daarom in dit planMER niet meegenomen. Bij de beoordeling van de deelgebieden is zowel het wettelijk en beleidskader voor landschap (Nationale Landschappen) als cultuurhistorie (Werelderfgoed) opgenomen. Archeologische waarden worden apart behandeld (zie Hoofdstuk 16).

Waardering van elementen
Voor dit planMER is de waardering van de aspecten belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarde van een landschap van belang. Fysieke elementen en patronen in het landschap hebben schijnbaar geen eigen waarde, anders dan dat zij indirect de gebruiks- en belevingswaarde mede bepalen. Echter een ontwikkeling die bijvoorbeeld een landschappelijk patroon aantast, kan wel positief zijn voor de gebruikswaarde en beperkt negatief voor de belevingswaarde, maar ook een duidelijke aantasting zijn van een cultuurhistorisch of landschappelijk waardevol element of patroon. Gesteld zou kunnen worden dat deze elementen of patronen daarmee ook een intrinsieke waarde bevatten, los van de gebruikswaarde en belevingswaarde.
Het begrip herkomstwaarde wordt ook wel genoemd en zou hiervoor gebruikt kunnen worden. De samenhang tussen herkomstwaarde, belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarde is weergegeven in onderstaand schema (zie Figuur 15.10) (Dauvellier, 2008).



Figuur 15.10 Ruimtelijke kwaliteit (Dauvellier, 2008)

In dit planMER is het begrip herkomstwaarde breder gezien; het is namelijk denkbaar dat er ook landschapselementen of – patronen zijn die (nog) geen hoge historische waarde vertegenwoordigen, maar toch een intrinsieke waarde hebben. Aan moderne polderlandschappen of jonge heideontginningen wordt bijvoorbeeld (nog) geen hoge cultuurhistorische waarde toegekend. Om deze reden is het criterium fysieke aantasting toegevoegd aan het beoordelingskader, dit criterium is hieronder toegelicht.
Los van de gebruikswaarde en toekomstwaarde van het landschap staat het aspect toekomstwaarde. Toekomstwaarde kijkt niet terug, maar vooruit, omdat een landschap altijd in ontwikkeling is.

Relatie met advies Rijksadviseur Landschap en Water
In de beschrijving van de referentiesituatie is voortgebouwd op het begrip ruimtelijke diagnose zoals benoemd door de Rijksadviseur Landschap en Water in het advies “Landschap in m.e.r.” (College van Rijksadviseurs, 2014). In dit advies pleit de Rijksadviseur ook voor een ruimtelijke ambitie. Dit is het perspectief dat een ontwikkeling kan hebben, waarbij het kan aansluiten op (autonome) ontwikkelingen, waardes en behoeftes. Dit zal ook worden aangegeven als aandachtspunt voor de verdere planvorming (zie paragraaf 15.13). Daarbij zijn mogelijke ruimtelijke strategieën voor de inpassing van ruimtelijke elementen voor de winning van schaliegas op hoofdlijnen benoemd.

Beoordelingskader
Op basis van het bovenstaande worden in dit planMER de thema’s ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie als volgt beoordeeld:

- **Fysieke aantasting:** de beïnvloeding van landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen en patronen: in welke mate worden aanwezige, voor een landschap karakteristieke, fysieke elementen (reliëf, lanen, houtsingels, verkavelingspatronen en dergelijke) beïnvloed?
- **Belevingswaarde:** de beïnvloeding van visueel-ruimtelijke kenmerken van het landschap: in welke mate wordt de ruimtelijke beleving c.q. de belevingswaarde en daarmee de ervaring van het landschap beïnvloed?
- **Gebruikswaarde:** de beïnvloeding van het gebruik van c.q. geschiktheid voor activiteiten in het landschap: in welke mate zijn er effecten ten aanzien van ruimtelijke gebruiksvormen als recreatie en landbouw?
- **Toekomstwaarde:** de beïnvloeding van de toekomstbestendigheid van het landschap (adaptief vermogen): in welke mate wordt het landschap meer of minder robuust c.q. adaptief voor het opvangen van ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld veranderingen in de landbouw en/of klimaatverandering? In welke mate worden landschapsvormende processen c.q. landschappelijke dynamiek beïnvloed?

De thema’s ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie zijn kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgement. Het beoordelingskader is weergegeven in Tabel 15.5.

Thema	Aspect	Beoordelingscriterium	Maatlat
Ruimtelijke Kwaliteit, landschap en cultuurhistorie	Fysieke aantasting	Beïnvloeding van landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen en patronen	Kwalitatief
	Belevingswaarde	Beïnvloeding van de visueel-ruimtelijke kenmerken van het landschap	Kwalitatief
	Gebruikswaarde	Beïnvloeding gebruik van c.q. geschiktheid voor activiteiten in het landschap (recreatie, landbouw)	Kwalitatief
	Toekomstwaarde	Beïnvloeding toekomstbestendigheid van het landschap (adaptief vermogen)	Kwalitatief

Tabel 15.5 Beoordelingskader

Bij de effectbeoordeling gaat het telkens om beïnvloeding van de referentiesituatie. In dit planMER is de beoordeling uitgevoerd in twee stappen: landschapstypen en deelgebieden. In de eerste stap zijn landschapstypen gehanteerd voor het beschrijven van de referentiesituatie en het beoordelen van mogelijke effecten van schaliegaswinning. Per landschapstype zijn kenmerken en waarden beschreven. Een landschapstype kan in meer of mindere mate gevoelig zijn voor beïnvloeding. De relatieve mate van gevoeligheid van een landschapstype is relevant voor dit planMER.
In de tweede stap is de referentiesituatie per deelgebied beschreven en is een effectbeoordeling op deelgebied niveau uitgevoerd. De aanwezige kenmerken en de wettelijke en beleidsmatige waardering en status zijn beschreven op basis van provinciaal beleid. De mate van gevoeligheid van een deelgebied is relevant voor deze planMER.

De beoordeling per aspect wordt hieronder toegelicht met het bijbehorende beoordelingscriterium en maatlat. In theorie kunnen ook positieve effecten optreden door waardevermeerdering en toevoeging van landschappelijke elementen en patronen. Naar verwachting treden deze effecten bij Schaliegaswinning niet op. Bij het toekennen van de effectbeoordelingen voor bestaande waarden wordt iedere aantasting om deze reden als negatief beoordeeld. Positieve effecten zijn daarom niet opgenomen in de maatlat per aspect.

Aspect fysieke aantasting
Het aspect fysieke aantasting beschrijft de beïnvloeding van landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen en patronen in onderlinge samenhang. Dit zijn elementen en patronen, die kenmerkend zijn voor een bepaald type landschap. Bij beperkte aantasting is sprake van een beperkt verlies aan waarde door verlies van context en/of beperkt ruimtebeslag. Bij omvangrijke aantasting is sprake van een groot verlies door een groot ruimtebeslag, een grote aantasting of het verdwijnen van elementen van hoge waarde. Beïnvloeding van fysieke aantasting is een permanent effect.

Scoringsmethodiek fysieke aantasting
n.v.t.
n.v.t.
Geen (noemenswaardige) aantasting van landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen en patronen.
Aantasting van landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen en patronen in deel van het gebied of beperkte aantasting in het gehele gebied.
Omvangrijke aantasting van landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen en patronen.

Tabel 15.6 Scoringsmethodiek fysieke aantasting

De effecten zijn bepaald ten opzichte van de referentiesituatie. Het is een kwalitatieve beoordeling op basis van de beschrijving van de referentiesituatie en expert judgement.

Aspect belevingswaarde
De belevingswaarde beschrijft de leesbaarheid van het landschap aan de hand van zichtbare kenmerken van het landschap, zoals deze door de gebruiker worden ervaren. Beleving is subjectief en verschilt per persoon. Wel kunnen de effecten op visueel-ruimtelijke kenmerken die beleving bepalen worden beoordeeld. De mate van openheid is in sterke mate bepalend voor de waarneming en beleving van het landschap. In besloten en halfopen landschappen is de visuele invloed beperkt tot de directe omgeving van een element, terwijl de invloed in open gebieden of bij hoog opgaande elementen groter is.
Naast de visueel-ruimtelijke kenmerken van een bepaald landschapstype kan ook de mate van verstedelijking relevant zijn, omdat daardoor mogelijk het effect door meer mensen ervaren zal worden.

Scoringsmethodiek belevingswaarde
n.v.t.
n.v.t.
Geen (noemenswaardige) aantasting van belevingswaarde.
Aantasting van belevingswaarde in deel van het gebied of beperkte aantasting in het gehele gebied.
Omvangrijke aantasting van belevingswaarde.

Tabel 15.7 Scoringsmethodiek belevingswaarde

De effecten zijn bepaald ten opzichte van de referentiesituatie. De beïnvloeding van de belevingswaarde kan zowel tijdelijk als permanent zijn, dit is toegelicht in de effectbeoordeling. Het is een kwalitatieve beoordeling op basis van de beschrijving van de referentiesituatie en expert judgement.

Aspect gebruikswaarde
De beoordeling van het aspect gebruikswaarde beschrijft de invloed op de gebruiksmogelijkheden van het landschap en aansluiting bij huidige functies. Hierbij worden vooral de agrarische en recreatieve functies beschouwd. Het landschap als basis voor productie van voedsel en grondstoffen als hout is altijd één van de belangrijkste gebruiksvormen geweest. Bij gebruikswaarde wordt beoordeeld of het landschap voor deze ruimtelijke gebruiksvormen meer of minder bruikbaar wordt. Denk hierbij aan landbouwkavels die worden versnipperd en/of minder bereikbaar zijn.
Voor recreatie is de invloed op de bereikbaarheid en toegankelijkheid van een gebied beoordeeld. Hierbij spelen ook de functionele samenhang tussen verschillende functies, de mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik en het evenwicht tussen de verschillende functies een rol. Het belevingsaspect van recreatie wordt meegenomen bij het aspect belevingswaarde.
Effecten op de functie wonen zijn vooral milieu gerelateerd (geluid, veiligheid, et cetera) en worden elders in dit planMER geduid. Voor landbouw zijn bodemkundige kwaliteiten en milieuruimte ook belangrijke factoren voor de bruikbaarheid van het gebied. Deze aspecten worden elders in dit planMER behandeld en worden hier niet meegenomen.

Scoringsmethodiek gebruikswaarde
n.v.t.
n.v.t.
Geen (noemenswaardige) aantasting van gebruikswaarde.
Aantasting van gebruikswaarde in deel van het gebied of beperkte aantasting in het gehele gebied.
Omvangrijke aantasting van gebruikswaarde.

Tabel 15.8 Scoringsmethodiek gebruikswaarde

De effecten zijn bepaald ten opzichte van de referentiesituatie. De beïnvloeding van de gebruikswaarde kan zowel tijdelijk als permanent zijn, dit is toegelicht in de effectbeoordeling. Het is een kwalitatieve beoordeling op basis van de beschrijving van de referentiesituatie en expert judgement.

Aspect toekomstwaarde
De toekomstwaarde beschrijft de mogelijkheden voor instandhouding van de genoemde waarden in de toekomst. Het gaat hierbij om landschapsvormende processen c.q. landschappelijke dynamiek die beïnvloed kunnen worden. Toekomstwaarde beschrijft de aanpasbaarheid, adaptiviteit of flexibiliteit, van een gebied voor toekomstige ontwikkelingen, zoals klimaatverandering, waterveiligheid of verstedelijking. Waar het aspect gebruikswaarde kijkt naar het huidige gebruik van het landschap, gaat bij dit aspect om beïnvloeding van mogelijke gebruiksvormen in de toekomst.

Scoringsmethodiek toekomstwaarde
n.v.t.
n.v.t.
Geen (noemenswaardige) aantasting van toekomstwaarde.
Aantasting van toekomstwaarde in deel van het gebied of beperkte aantasting in het gehele gebied
Omvangrijke aantasting van toekomstwaarde.

Tabel 15.9 Scoringsmethodiek toekomstwaarde

De effecten zijn bepaald ten opzichte van de referentiesituatie. De beïnvloeding van de toekomstwaarde kan zowel tijdelijk als permanent zijn, dit is toegelicht in de effectbeoordeling. Het is een kwalitatieve beoordeling op basis van de beschrijving van de referentiesituatie en expert judgement.

15.3 EFFECTBESCHRIJVING EN -BEOORDELING PER LANDSCHAPSTYPE

In de onderstaande (sub-) paragrafen zijn de effecten per landschapstype beschreven en beoordeeld per aspect aan de hand van de referentiesituatie en het beoordelingskader.

15.3.1 ALGEMEEN

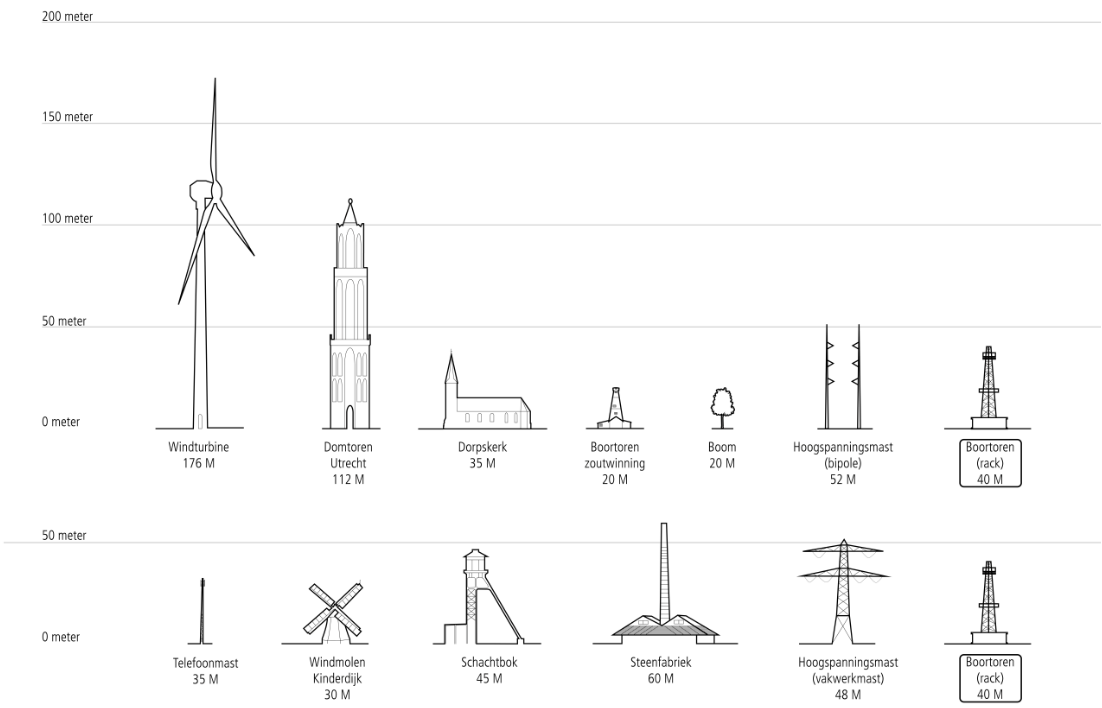
Fysieke aantasting
De grootste kans op effecten ten aanzien van fysieke aantasting doet zich voor in de aanlegfase. In deze fase worden de diverse productielocaties gerealiseerd inclusief alle bijbehorende (boven-en ondergrondse) infrastructuur als wegen en buisleidingen. Dit kan betekenen dat aardkundige waarden (bodemprofielen, steilranden e.d.), landschappelijke en cultuurhistorische waarden (beplantingen, kavelpatronen e.d.) kunnen worden aangetast. Mogelijk dat wegen aangepast moeten worden voor de noodzakelijke verkeerstromen. Dit vormt een bedreiging voor wegbegeleidende beplantingen (lanen, et cetera), in het bijzonder in kleinschalige landschapstypen.

Het effect zal in de tijd toenemen als steeds meer productielocaties worden gerealiseerd. Tijdens de fase boren en winnen wordt geen nieuwe infrastructuur aangelegd.
Ook al is sprake van een redelijk lange termijn, de winning van schaliegas is nadrukkelijk wel een tijdelijke activiteit. De tijdsduur per fase is beschreven in de voorbeeldwinning.
Uitgangspunt is herstel van de referentiesituatie na de fase winning. Het is hierbij de vraag in welke mate het landschap hersteld kan worden.

Belevingswaarde
Bij belevingswaarde gaat het niet alleen om de omvang van de productielocaties zelf, maar ook hoe die zich verhoudt tot de visueel ruimtelijke context. Om de visueel ruimtelijke effecten te kunnen duiden, is een schaalvergelijking uitgevoerd en zijn visualisaties gemaakt.

In de schaalvergelijking is de productielocatie uit de voorbeeldwinning vergeleken met de schaal en maat van andere ruimtelijke elementen, zowel voor de omvang als voor de hoogte. Hierbij zijn zowel traditionele (boerenerf, windmolen), als nieuwe elementen (zendmast, hoogspanningsmast) gebruikt. De genoemde hoogte en omvang zijn gemiddelde afmetingen van de elementen, zoals die in Nederland voorkomen. De afmetingen zijn bepaald op basis van een kaartvergelijking van het betreffende type op verschillende productielocaties in Nederland. De genoemde afmetingen van de productielocatie is gebaseerd op de gehanteerde voorbeeldwinning in dit planMER.

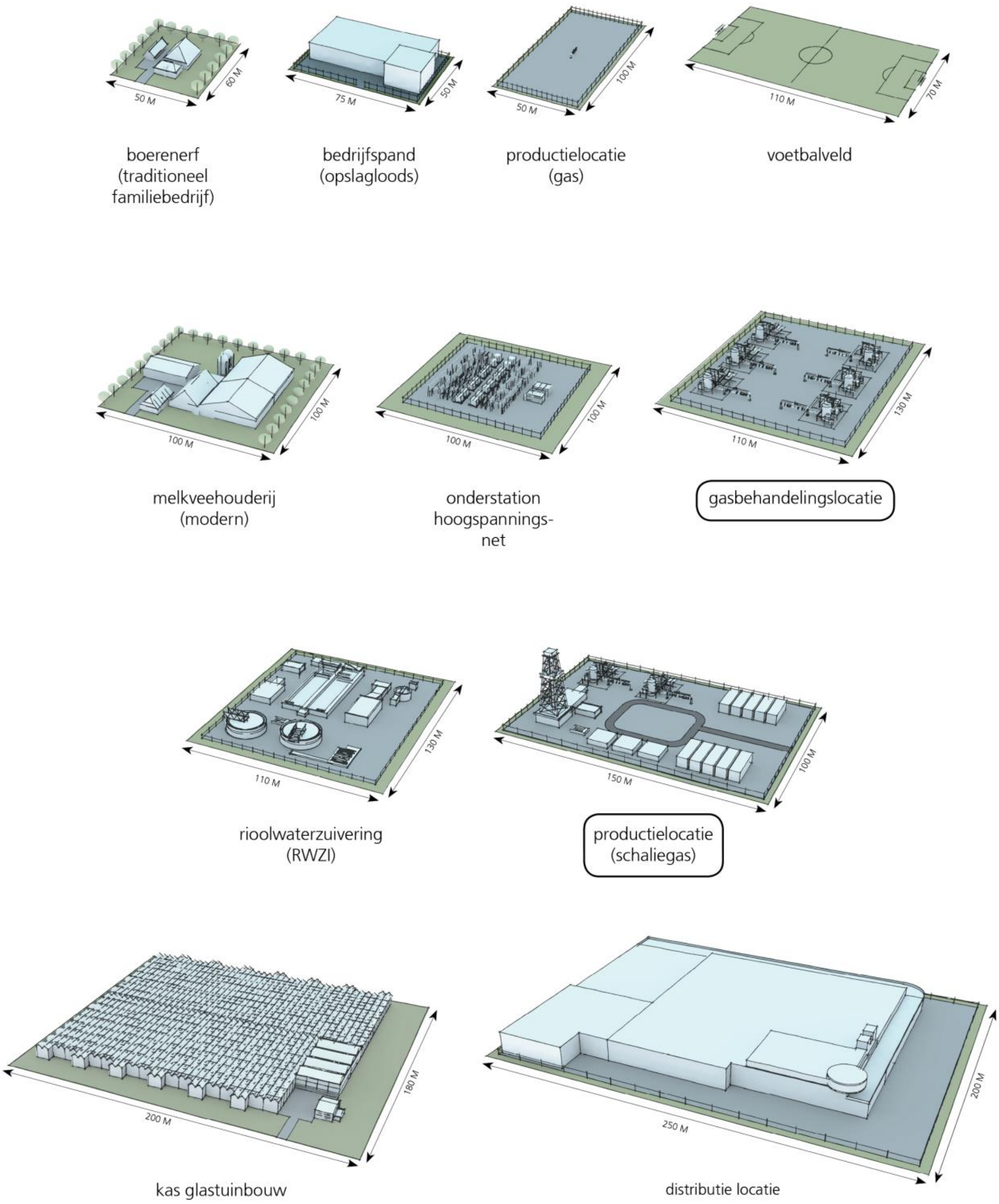
De schaalvergelijking van de hoogte is weergegeven in Figuur 15.11 en de gebruikte typen in Tabel 15.10. De schaalvergelijking van de omvang is weergegeven in Figuur 15.12 en de gebruikte typen in Tabel 15.11.



Figuur 15.11 Schaalvergelijking van de hoogte van een boortoren met andere opgaande elementen in Nederland

Type	Hoogte [m]
Zendmast telefonie (GSM mast)	35
Traditionele windmolen (bovenkruier)	30
Schachtbok steenkoolmijn (Mijnstreek Zuid-Limburg)	45
Steenfabriek (traditioneel rivierengebied)	60
Hoogspanningsmast (vakwerkmast)	48
Windturbine (tiphoogte = ashoogte + rotordiameter)	175
Domtoren Utrecht	112
Kerktoren	35
Boortoren (zoutwinning Twekkelo)	20
Boom (eik)	20
Hoogspanningsmast (Bipole)	52
Boortoren (zie voorbeeldwinning)	**40**

Tabel 15.10 Uitgangspunten voor de schaalvergelijking hoogtes



Figuur 15.12 Schaalvergelijking van de omvang van een gasbehandelingsinstallatie en een productielocatie voor schaliegas met oppervlakten van andere inrichtingen in Nederland

Type	Afmetingen [m]
Boerenerf (traditioneel familiebedrijf)	50 x 60
Bedrijfspand (opslagloods)	50 x 75
Productielocatie (NAM)	50 x 100
Voetbalveld	70 x 110
Melkveebedrijf (modern)	100 x 100
Onderstation Hoogspanningsnet	100 x 100
Gasbehandelingsinstallatie (voorbeeldwinning)	**110 x 130**
Rioolwaterzuivering (RWZI)	110 x 130
Productielocatie schaliegas (voorbeeldwinning)	**100 x 150**
Kas/glastuinbouw	200 x 180
Distributiecentrum	200 x 250

Tabel 15.11 Uitgangspunten voor de schaalvergelijking omvang (afmetingen)

De schaalvergelijking geeft inzicht in verschillen en overeenkomsten tussen elementen in het landschap en de voorbeeldwinning. De hoogte van een boortoren in de voorbeeldwinning is bijvoorbeeld vergelijkbaar met een hoogspanningsmast, maar valt in het niet bij de huidige generatie windturbines. De omvang van een productielocatie is bijvoorbeeld vergelijkbaar met een (groot) modern boerenbedrijf.

Dat de elementen een vergelijkbare omvang hebben, wil echter niet zeggen dat deze ook een vergelijkbare uitstraling hebben. Agrarische bedrijven krijgen door toepassing van installaties steeds meer een industrieel karakter, maar hebben nog steeds gevoelsmatig een ruimtelijke relatie met het omliggende landschap. Een productielocatie voor schaliegas zal daarom eerder als gebiedsvreemd element in het landschap worden gezien.

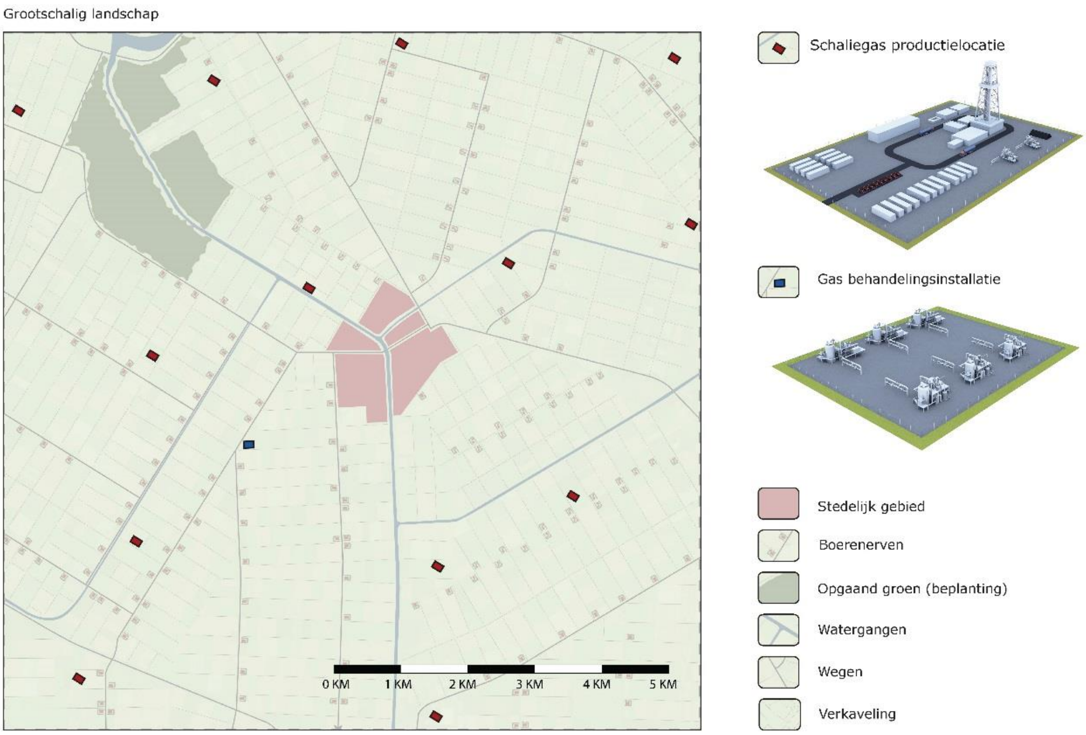
Toelichting visualisaties
Om de ruimtelijke effecten te kunnen beoordelen en verschillen in context te onderzoeken zijn visualisaties van de voorbeeldwinning gemaakt. De visualisaties geven een ruimtelijke impressie van de productielocatie uit de voorbeeldwinning in een (fictief) grootschalig en kleinschalig landschap.
Per fase zijn voor één productielocatie een bovenaanzicht en impressies vanuit vogelvluchtperspectief en op ooghoogte (vanaf de openbare weg) gemaakt. Het ooghoogteperspectief is daarbij telkens maatgevend voor de effectbeoordeling; dit is immers het voor de waarnemer zichtbare deel van schaliegaswinning en daarmee van invloed op de belevingswaarde. Van de impressies op ooghoogte is zowel een dag- als nachtbeeld gemaakt.

De beelden zijn opgenomen op de volgende pagina's en in de Bijlage 12 bij dit planMER. In totaal zijn 40 beelden vervaardigd (4 beelden voor 5 fasen voor een groot en kleinschalig landschap).

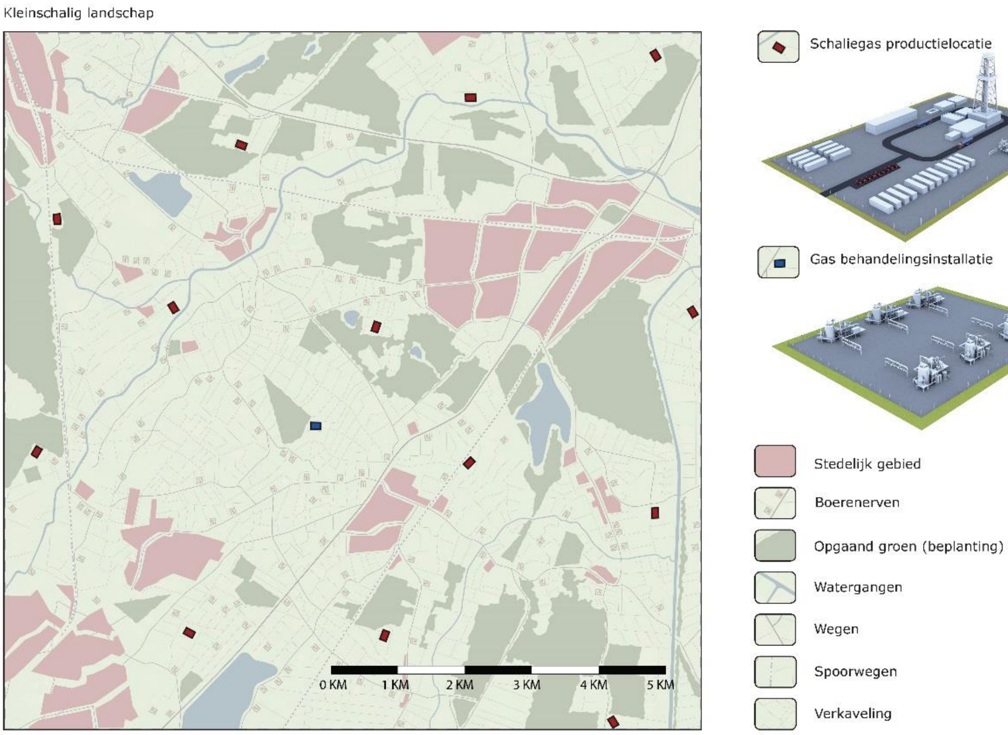
De visualisaties laten zien dat het effect op beleving afhankelijk is van de (visueel) ruimtelijke context. In een kleinschalig landschap wordt de locatie afgeschermd en is deze beperkt zichtbaar. In een landschap met (grootschalige) openheid is de locatie beter zichtbaar, maar kan deze ook wegvallen ten opzichte van de schaal van de open ruimte.
De uitstraling van een productielocatie varieert per fase. In de aanlegfase wordt de beleving beïnvloed door de hierboven beschreven fysieke aantasting. In het landschap komen diverse productielocaties te liggen met ondersteunende (boven- en ondergrondse) infrastructuur. Het effect van de aanleg van leidingen ondergronds zal vooral indirect zijn; doordat wat bovengronds is, vaak eerst moet verdwijnen

en er vervolgens beperkingen gelden voor wat bovengronds mogelijk is. Duidelijk zichtbaar voor de omgeving zal ook het hekwerk en verlichting op de productielocaties zijn.
De boortoren die in de gebruiksfase voor een relatief korte termijn (fase boren) aanwezig zal zijn, is door de hoogte ruimtelijk het meest dominante element van schaliegaswinning. Voor een beperkte periode zal er dan ook materiaal, voorzieningen, opslag, et cetera aanwezig zijn. Dit zal het ruimtelijke effect van de schaliegaswinning op de belevingswaarde in de fase boren versterken.
Echter wanneer alleen nog sprake is van winning, dan is aan het oppervlak van de productielocatie, bestaande uit het bedrijfsvlak met hekwerk en de weginfrastructuur, nog maar weinig te zien. De gasbehandelingsinstallatie zal echter binnen de totale duur van de winning wel zichtbaar zijn.

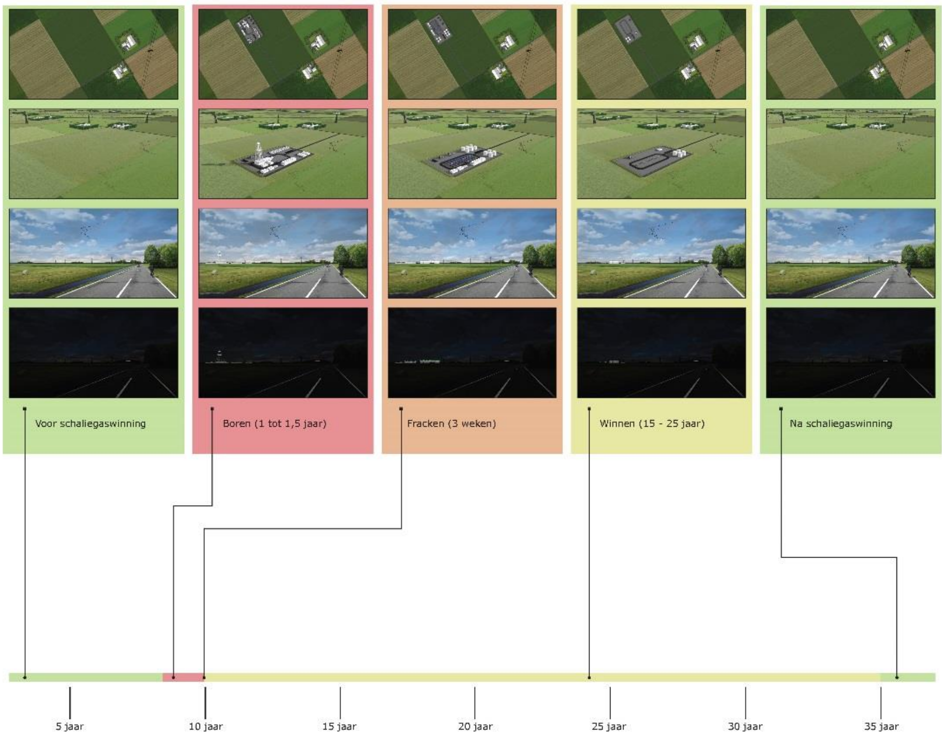
De effecten zijn toegelicht in de effectbeoordeling per landschapstype (zie paragraaf 15.3).



Figuur 15.13 Grootschalig landschap: voorbeeldwinning op fictieve ondergrond



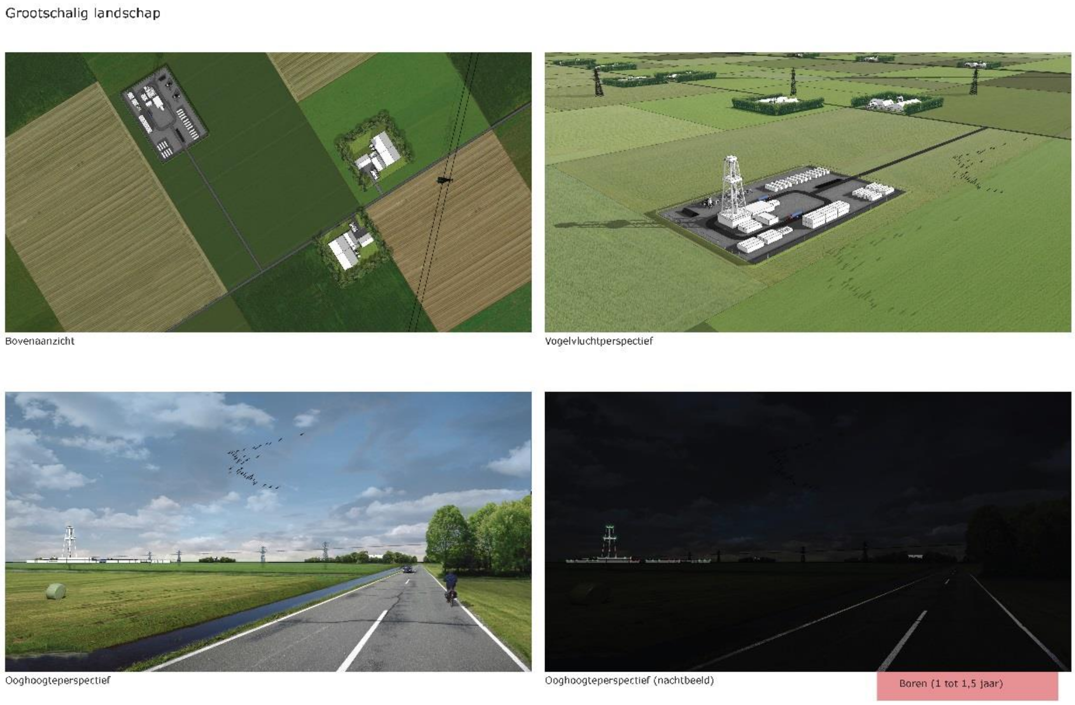
Figuur 15.14 Kleinschalig landschap – voorbeeldwinning op (fictieve) plattegrond



Figuur 15.15 Grootschalig landschap – overzicht 5 fasen



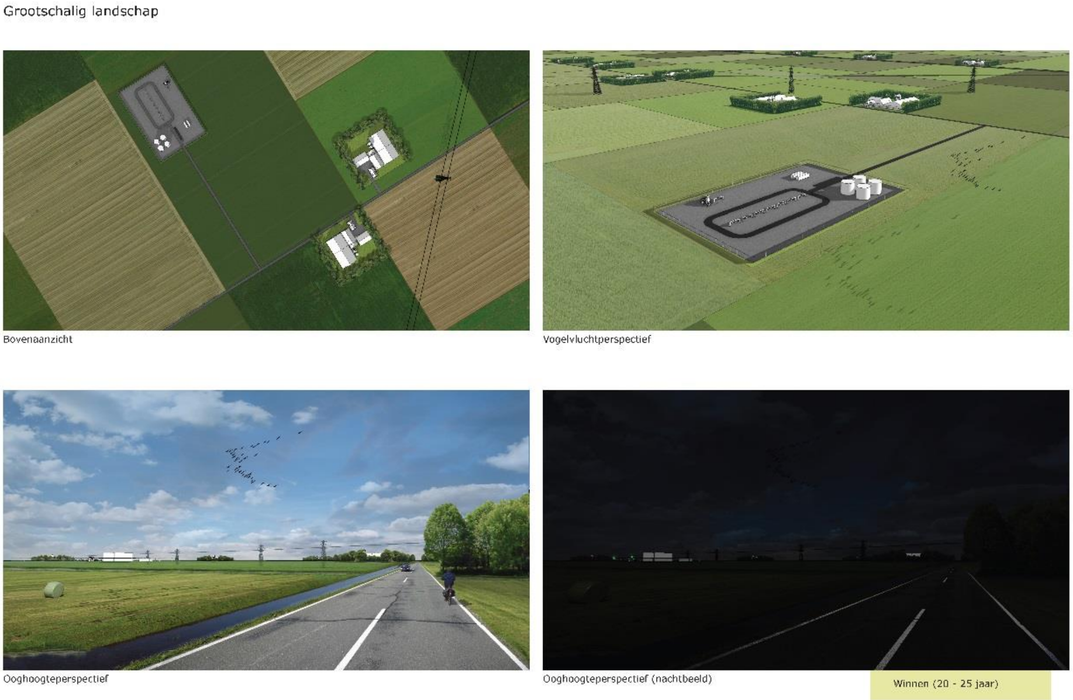
Figuur 15.16 Grootschalig landschap – referentiesituatie (voor schaliegaswinning)



Figuur 15.17 Grootschalig landschap – boren (1 - 1,5 jaar)



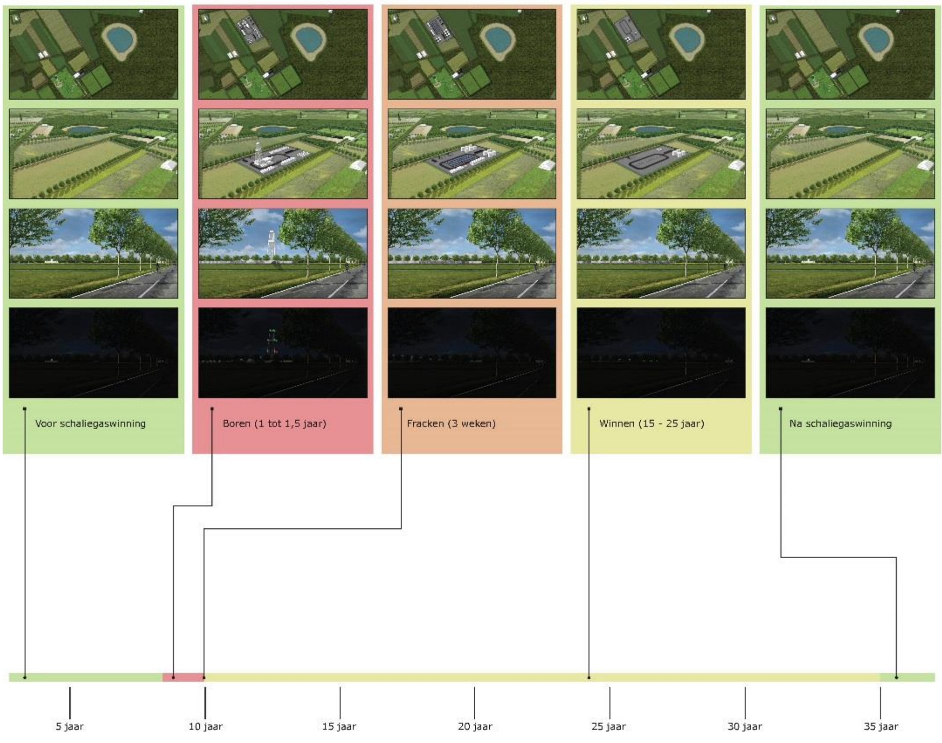
Figuur 15.18 Grootschalig landschap – fracken (3 weken)



Figuur 15.19 Grootschalig landschap – winnen (15-25 jaar)



Figuur 15.20 Grootschalig landschap – na schaliegaswinning



Figuur 15.21 Kleinschalig landschap – overzicht 5 fasen



Figuur 15.22 Kleinschalig landschap – referentiesituatie (voor schaliegaswinning)



Figuur 15.23 Kleinschalig landschap – boren (1 – 1,5 jaar)



Figuur 15.24 Kleinschalig landschap – fracken (3 weken)



Figuur 15.25 Kleinschalig landschap – winnen (15 -25 jaar)



Figuur 15.26 Kleinschalig landschap – na schaliegaswinning

Gebruikswaarde

De effecten op recreatieve gebruikswaarde hangen grotendeels samen met de (functionele) toegankelijkheid van een gebied voor de recreant. De aanleg van infrastructuur voor schaliegaswinning kan betekenen dat recreatieve verbindingen doorsneden worden. Eventuele nieuwe wegen kunnen echter ook nieuwe (recreatieve) verbindingen mogelijk maken. Dit effect treedt op gedurende de termijn dat wegen aanwezig zijn. Uitgangspunt in de voorbeeldwinning is dat de productielocatie en benodigde infrastructuur na afloop verwijderd worden.

Indirect hangen de effecten voor recreatie samen met de belevingswaarde en daarmee de aantrekkelijkheid van het landschap voor de recreant. Deze effecten doen zich al voor in de aanlegfase, maar zijn het meest zichtbaar in de periode dat er sprake is van boortorens. Veel recreanten zien graag een idyllisch en gaaf landschap en daar passen dit soort elementen niet in. Hoe authentieker en rustieker het landschap – in tegenstelling tot meer moderne rationele landschappen – hoe groter het contrast. Het is echter niet ondenkbaar, dat sommige recreanten toch geïntrigeerd zullen zijn door schaliegaswinning in het algemeen en de boortorens in het bijzonder. Het valt echter te betwijfelen dat de tijdelijke boortorens voor schaliegas ooit een zelfde iconische status zullen krijgen als de (historische) zoutwinningstorens, jaknikkers en mijnbouwbokken en daarmee zelf een recreatieve attractie zullen zijn.

De aanleg van de productielocatie en infrastructuur zal naar verwachting vooral ten koste gaan van productiegrond voor land- en tuinbouw. Naast het kwantitatieve effect door ruimtebeslag, zijn er ook kwalitatieve effecten. Zo kan versnippering van landbouwgrond optreden, waardoor deze minder efficiënt te gebruiken is. Dit effect treedt op gedurende de gehele termijn dat de productielocaties en bijbehorende (bovengrondse) infrastructuur aanwezig zijn. Het effect ten aanzien van de gebruikswaarde

op lange termijn wordt beïnvloed door de mate waarin de grond na schaliegaswinning weer op eenzelfde wijze voor landbouw gebruikt kan worden.

Toekomstwaarde

De aanwezigheid van productielocaties de mogelijkheden voor aanpasbaarheid van het landschap voor toekomstige ontwikkeling beperken. De productielocaties en infrastructuur liggen gedurende de periode van boren en winnen immers vast.

De aanleg van de productielocaties en bijbehorende infrastructuur kan landschapsvormende processen als erosie en sedimentatie, klink, et cetera beïnvloeden, waardoor het landschap zich anders zal ontwikkelen. Dit effect treedt op gedurende de termijn dat de productielocaties aanwezig zijn, maar ook daarna, op de langere termijn. De effecten kunnen dus langer optreden dan de (tijdelijke) aanwezigheid van de schaliegaswinning.

Afhankelijk van het landschapstype en/of deelgebied komen daarbij verschillende potentiële behoeftes ten aanzien van het grondgebruik in beeld, die al dan niet door de aanwezigheid van productielocaties beïnvloed kunnen worden. Er kan daarbij zowel sprake zijn van een aantrekkende werking (bijvoorbeeld industrie) als een afstotende werking (bijvoorbeeld woningbouw).

Een overzicht van de effecten per fase is weergegeven in Tabel 15.12. De effecten treden op tijdens de fase boren (aangeduid met een kruis).

Aspect	Effect	Ingreep	Opsporen	Boren	Fracken	Winnen	\Verlaten
Fysieke aantasting (ruimtebeslag)	▪ Aantasting waardevolle landschappelijk en cultuurhistorisch elementen en patronen (incl. kap van beplantingen) ▪ Vergraven aardkundige waarden	▪ Ruimtebeslag productielocaties ▪ Boven- en ondergrondse infrastructuur		X			
Belevingswaarde (visueel-ruimtelijk)	▪ Context en samenhang elementen ▪ Leesbaarheid en visueel-ruimtelijke samenhang ▪ Openheid en zichtrelaties ▪ Verstoring duisternis/donkerte	▪ Boortoren en installaties ▪ Hekwerk productielocatie ▪ Bovengrondse infrastructuur ▪ Ondergrondse infrastructuur (indirect) ▪ Verlichting		X			
Gebruikswaarde (functioneel – ruimtelijk)	▪ Toegankelijkheid recreatie ▪ Ruimtelijke samenhang productieareaal landbouw	▪ Ruimtebeslag productielocatie ▪ Boven- en ondergrondse infrastructuur		X			
Toekomstwaarde (adaptiviteit)	▪ Ruimte voor Landschapsvormende processen ▪ Behoud en herstelmogelijkheden (landschap/erfgoed)	▪ Ruimtebeslag productielocaties ▪ Boven- en ondergrondse infrastructuur		X			

Tabel 15.12 Overzicht effecten per aspect per fase

15.3.2 HEUVELLAND

In Tabel 15.13 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per aspect een korte toelichting.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Waarden vooral aan rand plateaus en beekdalen Aanleg infrastructuur, vergraven leidt tot aantasting reliëf
Belevingswaarde	Aantasting openheid en zicht plateaus In dalen zicht beperkt, sterke afwisseling Schaalverschil, kleinschalig
Gebruikswaarde	Recreatief gebruik (verblijf/dag) vooral in beekdalen Beperkt effect op landbouw, fruitteelt in dalen
Toekomstwaarde	Erosie gevoelig gebied Beperkte herstelmogelijkheden bij vergraven Klimaatadaptatie beperkt Mogelijke interferentie boortorens met andere (hoge) opgaande elementen (windmolens)

Tabel 15.13 Effectbeschrijving en –beoordeling heuvelland

Fysieke aantasting
Het Heuvelland kent veel landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen, vooral aan de rand van plateaus en in de beekdalen. Op de plateaus zelf is dit minder het geval. Het gebied is zelden echt vlak, waardoor al snel sprake zal zijn van vergraving en daarmee aantasting van het reliëf. Dit effect is permanent en om deze reden als negatief effect beoordeeld. De landschappelijk waardevolle kleinschalige wegen (soms zelfs onverhard), lopen ook risico door een eventuele “opwaardering” ten behoeve van de noodzakelijke infrastructuur. Mede gezien de relatieve hoge landschappelijke en cultuurhistorische waarde van het Heuvelland en de grote kans op omvangrijke fysieke aantasting wordt een negatief effect voorzien.

Belevingswaarde
Een grote mate van fysieke aantasting heeft ook een negatief effect ten aanzien van de belevingswaarde. Het kenmerkende reliëf kan effecten op belevingswaarde zowel vergroten als verkleinen. Iets kan over een groot gebied goed zichtbaar zijn, maar ook juist verstopt worden. Op de plateaus kan de openheid aangetast worden en zijn bijvoorbeeld boortorens over grote afstand zichtbaar, als landmarks in de omgeving. Aan de randen en beekdalen is het effect op grotere afstand beperkt, maar is de invloed binnen dat deel van het landschap relatief groot. Dit geldt ook voor verstoring van donkerte door verlichting. Doordat overal sprake is van verlies van de huidige, hooggewaardeerde beleving, wordt een negatief effect voorzien.

Gebruikswaarde
Het hele gebied is zeer in trek bij recreanten, met als uitschieters de randen en beekdalen. Door het afwisselende en soms zeer kleinschalige karakter zijn verminderde toegankelijkheid en versnippering van landbouwgronden niet uit te sluiten. Gezien de hoge gebruikswaarde voor vooral recreatie en de gevoeligheid wordt een negatief effect voorzien.

Toekomstwaarde
Door de hierboven genoemde vergravingen, kan de gevoeligheid voor erosie worden beïnvloed. Dit effect is negatief beoordeeld en zal grotendeels permanent zijn. Ten aanzien van toekomstig gebruik, zijn de

plateaus ook in beeld voor windenergie. De combinatie van windmolens en boortorens kan een zeer verstoord landschapsbeeld opleveren, waardoor de landschappelijke inpassing van windmolens, of omgekeerd: van schaliegaswinningslocaties, lastiger wordt. Dit effect is beperkt negatief beoordeeld.

15.3.3 ZANDGEBIED

In Tabel 15.14 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per aspect een korte toelichting.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Aantasting samenhang essen/kampen, beekdalen landgoederenzones
Belevingswaarde	Aantasting openheid/zicht bij heide ontginningen en open essen Kampen: lokaal effect door kleinere schaal Agrarisch productielandschap met stallen van grote omvang (zie schaalvergelijking)
Gebruikswaarde	Recreatie: vooral in kleinschalige landschappen als beekdalen, landgoederen, etc. Landbouw: in kleinschalig landschap mogelijk verdere versnippering, maar weinig effect in industrieel-agrarisch productielandschap
Toekomstwaarde	Klimaatadaptatie (aanpasbaarheid beken)

Tabel 15.14 Effectbeschrijving en –beoordeling zandgebied

Fysieke aantasting
De effecten ten aanzien van fysieke aantasting zullen verschillend zijn binnen het zandgebied. Landschappelijk- en cultuurhistorisch meest waardevol zijn de essen, kampen, beekdalen en de aanwezige landgoederenzones. Doordat dit relatief kleinschalige landschappelijke eenheden zijn, kunnen hier relatief veel landschapselementen fysiek geraakt worden. Hieronder vallen ook onverharde wegen en laanstructuren, die mogelijk verdwijnen in verband met de benodigde capaciteit van het wegennet. Het binnen dit landschapstype veelvuldig voorkomende, waardevol (micro)reliëf kan onherstelbaar worden aangetast (aardkundige waarden). Grote delen van het zandgebied betreffen echter de latere heideontginningen. Hier zijn minder landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen aanwezig. Het totale effecten op fysieke aantasting is negatief beoordeeld.

Belevingswaarde
In de kleinschalige landschappen zullen de effecten ten aanzien van de belevingswaarde vooral lokaal zijn. Vaak zal hier vanuit een bepaald standpunt (ooghoogte) maximaal één boortoren te zien zijn. Dit is wel afhankelijk van de mate waarin laanstructuren en andere beplantingen als houtwallen en –singels in tact kunnen blijven. In grootschaliger landschappen, zoals bij de open heideontginningen zullen de productielocaties over grotere afstand (en soms meerdere tegelijk) zichtbaar zijn. Dit is in mindere mate het geval bij de open essen, maar gezien de hoge cultuurhistorische waarde betreft dit hier een groter effect dan binnen de minder waardevolle heideontginningsgebieden. In deze gebieden zijn, soms ook al agrarische bedrijven van vergelijkbare omvang als de productielocatie aanwezig.
Vooral tijdens de fase boren en fracken, maar ook tijdens de lange duur van de winning, is uit veiligheidsoverwegingen licht aanwezig. De duisternis als kwaliteit zal hierdoor worden aangetast.
Het totale effect op belevingswaarde is negatief beoordeeld.

Gebruikswaarde
Het zandgebied, en vooral de kleinschalige deelgebieden, zijn recreatief in trek. Door het soms zeer kleinschalige karakter zijn verminderde toegankelijkheid en versnippering van landbouwgronden niet uit te sluiten. Er zullen minder problemen zijn om de productielocaties in de heideontginningsgebieden in te passen. Gezien de huidige gebruikswaarde voor vooral recreatie en de gevoeligheid voor aantasting wordt een beperkt negatief effect voorzien.

Toekomstwaarde
Ten aanzien van de toekomstwaarde zijn er weinig tot geen effecten. Het meest gevoelig zijn de beekdalen, waar mogelijke wateropgaves kunnen spelen in het kader van herstelmaatregelen uit de Kader Richtlijn Water (KRW) en/of waterberging in verband met klimaatadaptatie. Dit is echter een beperkt effect voor een relatief klein deel van het landschapstype of voor een relatief korte periode. Het effect op toekomstwaarde is daarom neutraal beoordeeld.

15.3.4 VEENKOLONIËN

In Tabel 15.15 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per aspect een korte toelichting.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Linten/ontginningsbasis drager herkenbaarheid (aanpassingen infrastructuur)
Belevingswaarde	Zichtbaarheid: schaal/maat valt weg in open ruimte Linten in donkerte gebieden Vrijwel ontbreken beplanting (enkel linten)
Gebruikswaarde	Recreatie beperkt Grootschalige landbouw geen effect
Toekomstwaarde	Interferentie boortoren met andere (hoge) opgaande elementen (windturbines)

Tabel 15.15 Effectbeschrijving en –beoordeling veenkoloniën

Fysieke aantasting
Het veenkoloniaal landschap is zodanig grootschalig, dat de kans op fysieke aantasting beperkt is. Toch kan niet worden uitgesloten dat er fysieke aantasting plaatsvindt van de linten/ontginningsassen, die de dragers vormen van dit landschapstype, bijvoorbeeld door eventuele wegverbreding en aanvullende infrastructuur. De waardering van dit landschapstype is echter relatief laag, waardoor eventuele effecten ook minder zwaar worden gewogen dan in landschapstypen met een hogere waardering. De ontwikkeling van productielocaties buiten de ontginningsassen leidt tot aantasting van het bestaande patroon. Het totale effect op fysieke aantasting is beperkt negatief beoordeeld.

Belevingswaarde
Door het zeer open landschap, zullen de productielocaties goed zichtbaar zijn. Naar verwachting zijn vaak meerdere productielocaties tegelijk zichtbaar. Dit leidt tot een aantasting van de beleving van het open landschap, vooral in de fase boren. Echter, zonder boortoren zullen de productielocaties tijdens de fase winnen in het niet vallen bij de grote maat en schaal van het landschap. De mate van zichtbaarheid hangt ook samen met de afstand van de productielocaties tot de linten/ontginningsassen en de mate van inpassing van de (nieuwe) infrastructuur. In deze gebieden zijn soms ook al agrarische bedrijven aanwezig van vergelijkbare omvang als de productielocaties. Gesteld zou kunnen worden dat de veenkoloniën echte

(haast industriële) productielandschappen zijn, die vanuit de historie een relatie hadden met energie (turfwinning). Schaliegaswinning zou aan dat verhaal een nieuw hoofdstuk toe kunnen voegen. De veenkoloniale gebieden behoren in Nederland 's nachts tot de meest donkere gebieden, met de minste lichthinder. Vooral tijdens de fase boren en fracken, maar ook tijdens de lange duur van de winning, is uit veiligheidsoverwegingen licht aanwezig. De duisternis als kwaliteit zal hierdoor worden aangetast. Het totale effect op belevingswaarde is beperkt negatief beoordeeld.

Gebruikswaarde

Recreatief worden de veenkoloniale landschappen weinig aantrekkelijk gevonden en er zal dan ook niet veel effect te verwachten zijn. Het effect voor de landbouw is naar verwachting beperkt. Door de enorme maat en schaal van dit landschap worden weinig problemen verwacht ten aanzien van efficiëntievermindering van de landbouw. Het effect is daarmee als neutraal beoordeeld.

Toekomstwaarde

Er zijn geen landschapsvormende processen die door de activiteiten van schaliegaswinning beïnvloed zullen worden. Wel zijn deze gebieden door de openheid ook in beeld voor de (toekomstige) productie van windenergie. De combinatie van windmolens en boortorens kan resulteren in een zeer verstoord landschapsbeeld (cumulatie), waardoor de landschappelijke inpassing van windmolens, of omgekeerd van schaliegaswinningslocaties, lastiger wordt. Het effect op toekomstwaarde is beperkt negatief beoordeeld.

15.3.5 RIVIERENGEBIED

In Tabel 15.16 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per aspect een korte toelichting.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Aantasting waarden: uiterwaard, rivier en oeverwal
Belevingswaarde	Openheid uiterwaarden (continuïteit) en komgronden Oeverwal langgerekt en smal, direct effect op omgeving
Gebruikswaarde	Recreatie: vanaf de stroomrug Veehouderij in kommen beperkt effect
Toekomstwaarde	Klimaatbestendigheid neemt af

Tabel 15.16 Effectbeschrijving en –beoordeling rivierengebied

Fysieke aantasting

De effecten ten aanzien van fysieke aantasting zullen verschillend zijn binnen het rivierengebied. De rivierduinen, oeverwallen en uiterwaarden zijn waardevoller en kwetsbaarder dan de open komgronden. Vooral op de kleinschalige oeverwal zijn veel (cultuurhistorisch) waardevolle landschapselementen aanwezig. Ook het, in de uiterwaard en op de oeverwal voorkomend, waardevol (micro)reliëf kan onherstelbaar worden aangetast. Het totale effect op fysieke aantasting is negatief beoordeeld.

Belevingswaarde

Vanaf de dijken en stroomruggen wordt de openheid van de komgronden en het zicht op de uiterwaarden gewaardeerd. De stroomrug is relatief kleinschalig, maar ook smal. Productielocaties zullen daarom ook al snel buiten deze zone zichtbaar zijn. Omgekeerd zullen productielocaties buiten de oeverwal ook op de oeverwal zichtbaar zijn. Waar in het rivierengebied schaliegaswinning ook plaatsvindt, zal dit al snel een negatief effect hebben op de recreatieve beleving. Door de grote open ruimtes in het komgebied, zullen de

productielocaties goed zichtbaar zijn en zijn vaak meerdere productielocaties tegelijk te zien. Zeker zonder boortoren zullen ze echter snel in het niet vallen bij de maat en schaal van de komgebieden. De mate van zichtbaarheid zal ook samenhangen met de afstand van de productielocaties tot de linten/ontginningsassen en de mate van inpassing van de infrastructuur. In deze gebieden zijn soms ook al agrarische bedrijven aanwezig, met een vergelijkbare omvang als de productielocaties. Het totale effect op belevingswaarde is negatief beoordeeld.

Gebruikswaarde

Het rivierengebied wordt recreatief aantrekkelijk gevonden. Het gebied wordt is recreatief vooral ontsloten vanaf de stroomruggen en dijken. Onderbreking van de continuïteit van deze routes kan leiden tot verstoring van de recreatieve toegankelijkheid. Door de grootschaligheid van de landbouw in de komgebieden, worden daar weinig effecten verwacht. Vanwege het kleinschalige karakter van de stroomrug kunnen ten aanzien van de landbouw mogelijk meer effecten optreden. De landbouwkundige zone op de stroomrug is echter zeer smal, zodat dat effect waarschijnlijk wel zeer beperkt is. Het totale effect op gebruikswaarde is beperkt negatief beoordeeld.

Toekomstwaarde

In het kader van klimaatadaptatie wordt over scenario's nagedacht om (delen van) het rivierengebied bij extreme situaties gecontroleerd te laten overstromen. Ook kunnen maatregelen nodig zijn om de rivier meer ruimte te geven. Een schaliegaswinningslocatie zou daarvoor een ernstige belemmering betekenen. Het totale effect op toekomstwaarde is negatief beoordeeld.

15.3.6 LAAGVEENGEBIED

In Tabel 15.17 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per aspect een korte toelichting.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Kavelpatronen en landschappelijke elementen
Belevingswaarde	Grootschalige open ruimtes met hoge cultuurhistorische waardering Verveende gebieden met legakkers. Aantasting duisternis
Gebruikswaarde	Landbouwkundige langgerekte smalle kavels Recreatief aantrekkelijk
Toekomstwaarde	Effect op inklinking / zetting

Tabel 15.17 Effectbeschrijving en –beoordeling laagveengebied

Fysieke aantasting

Het laagveengebied kenmerkt zich door relatief smalle slotenpatronen. De kans is groot dat deze worden aangetast. De meeste elementen bevinden zich in de ontginningsassen (linten). Fysieke aantasting van de linten door eventuele wegverbreding en aanvullende infrastructuur kan niet worden uitgesloten. In de verveende delen (uitgezonderd grote waterplassen), is met de vele legakkers vaak sprake van een kleinschalig gebied met veel waardevolle landschapselementen. Een locatie in deze gebieden leidt direct tot een grote, onherstelbare aantasting. Het totale effect op fysieke aantasting is negatief beoordeeld.

Belevingswaarde

In tegenstelling tot de grootschalige heideontginningsgebieden en droogmakerijen, wordt de openheid van de veenweidepolders in het Laagveengebied anders beleefd. Het wordt als karakteristiek Hollands

cultuurlandschap gezien. Deze waarde wil men zoveel mogelijk onaangetast laten. Alles wat in de openheid van de gebieden wordt geplaatst, is daardoor direct een sterke verstoring van de visueel ruimtelijke kwaliteit. Door de maat en schaal zijn de productielocaties, vooral in combinatie met de boortorens, over grote afstand zichtbaar. Meerdere productielocaties zullen al snel tegelijkertijd zichtbaar zijn. Echter door de maat en schaal van de ruimte zullen de productielocaties zonder boortoren (objectief gezien) een beperkte invloed hebben. De mate van zichtbaarheid zal ook samenhangen met de afstand van de productielocaties tot de linten/ontginningsassen en de mate van inpassing van de infrastructuur. Door de hoge waardering en sterke verstoring van de visueel ruimtelijke kwaliteit wordt een negatief effect voorzien. In de verveende gebieden zou de ruimtelijke invloed wat betreft reikwijdte weliswaar beperkt zijn, maar zal een productielocatie ook een enorm contrast betekenen. Een belangrijke kwaliteit van de polders is ook de duisternis/beperkte lichtvervuiling. De productielocaties zullen hier een sterk negatief effect op hebben. Het totale effect op belevingswaarde is negatief beoordeeld.

Gebruikswaarde
Het recreatief gebruik van het laagveengebied is belangrijk, maar relatief minder intensief ten opzichte van sommige andere landschapstypen. Het beperkt zich vooral tot de linten. In de natte verveende gebieden vind het recreatieve gebruik vooral om en nabij het water plaats. Schaliegaswinning zal een negatief effect hebben op de recreatieve toegankelijkheid. Landbouwkundig zijn de smalle langgerekte kavels kwetsbaar voor verminderde toegankelijkheid en versnippering en hiermee efficiëntieverlies. Het totale effect op gebruikswaarde is beperkt negatief beoordeeld.

Toekomstwaarde
Het belangrijkste landschapsvormende proces in het laagveengebied is inklinking van het veen, waardoor bodemdaling optreed. De productielocatie en bijbehorende nieuwe infrastructuur zullen voldoende gefundeerd moeten worden, om te voorkomen dat ze wegzinken in het veen. Dit betekent dat mogelijk heiwerkzaamheden voor een paalfundering zullen plaatsvinden of dat mogelijk zand als fundering moet worden aangebracht. Het is zeer de vraag of deze funderingsmaatregelen na het beëindigen van de activiteit weer zullen verdwijnen. Er kunnen dan twee tegengestelde effecten optreden. Zoals bij veel wegen in het laagveengebied, zorgt de extra belasting van het wegdek ervoor dat versnelde zetting zal optreden. Deze delen zakken dus sneller dan het omliggende gebied. Omgekeerd, zal op die productielocaties die beter zijn gefundeerd, juist het omliggende gebied sneller zetten en dus dalen. Hierdoor kunnen (voormalige) winningslocaties juist hoger in het gebied komen te liggen. Indien zand als funderingsmateriaal (en ondergrond) wordt gebruikt, zal dit bovengronds zichtbaar zijn door afwijkende vegetatie ten opzichte van het veen in de omgeving. Er ontstaat zo, op de lange termijn, een welhaast onomkeerbaar nieuw landschapspatroon. Het totale effect op toekomstwaarde is negatief beoordeeld.

15.3.7 DROOGMAKERIJEN

In Tabel 15.18 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per aspect een korte toelichting.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)	Effectbeoordeling
Fysieke aantasting	Cultuurhistorie sterk verschillend (Zuidplas, de Beemster, Noordoostpolder), gaafheid verschilt sterk. Aantasting specifieke samenhang	*[41]
Belevingswaarde	Open rationele raster/maat verschilt Effect herkenbaarheid / samenhang eenheden Aanwezigheid beplanting in structuur	*[41]
Gebruikswaarde	Recreatie beperkt Landbouw economische functie / ruimtelijke drager	*[41]
Toekomstwaarde	Toekomstbestendigheid: zoute kwel, risico overstroming Interferentie boortoren met andere (hoge) opgaande elementen (windturbines)	*[41]

Tabel 15.18 Effectbeschrijving en –beoordeling droogmakerijen

Voor alle aspecten geldt dat doordat de polders zo verschillend zijn, een eenduidige effectbeoordeling niet te maken is. Voor polders met historische waarde zullen de effecten groot zijn (bijvoorbeeld voor Werelderfgoed De Beemster), terwijl dit voor grootschalige polders (zoals de Flevoland), of meer verstedelijkte polders (zoals de Haarlemmermeer) veel minder zal gelden. Voor dit landschapstype wordt daarom geen effectbeoordeling gegeven op landschapstype niveau. Voor de effectbeoordeling wordt verwezen naar de effectbeoordeling voor het deelgebied (zie paragraaf 15.7).

Fysieke aantasting

Zowel het rationele patroon van verkaveling, sloten en wegen met beplanting, als de afzonderlijke elementen (dijk, boezemwater) in droogmakerijen hebben een landschappelijke en cultuurhistorische waarde. De polders zijn als een geheel ontworpen. De mate van gaafheid verschilt sterk per droogmakerij. Van belang voor de beoordeling van de fysieke aantasting, is de mate waarin waardevolle elementen worden beïnvloed, zowel afzonderlijk als in onderlinge samenhang binnen de droogmakerij. In het geval van een kleinschalige polder zal dit zich eerder voordoen, dan bij een grootschalige polder.

Belevingswaarde

De polders verschillen sterk in schaal. Soms zijn de ruimtes relatief klein, en soms – zoals in de Flevoland – enorm groot. In grootschalige ruimtes zullen de productielocaties en vooral de boortorens over grote afstand zichtbaar zijn. Vaak zullen dan ook meerdere productielocaties tegelijkertijd zichtbaar zijn. Echter de productielocaties, zeker zonder de boortorens, kunnen snel in het niet vallen bij de grote maat en schaal van deze ruimtes. De mate van zichtbaarheid zal ook samenhangen met de afstand van de productielocaties tot de linten/ontginningsassen en de mate van inpassing van de infrastructuur. In grootschalige polders zijn vaak agrarische bedrijven van vergelijkbare omvang als de productielocaties aanwezig.

[41] Door de grote variatie tussen de verschillende droogmakerijen (schaal, opzet, kwaliteit), is op het generieke niveau van het landschapstype geen eenduidige effectbeoordeling te doen.

Van belang voor de beoordeling van de belevingswaarde, is de mate waarin de eenheid van de polder wordt aangetast, c.q. de polders als samenhangende totaalstructuur anders beleefd worden. In het geval van een kleinschalige polder zal dit zich eerder voordoen, dan bij een grootschalige polder.
In vooral de grootschalige polders zijn, in meer of mindere mate, opstellingen van windmolens aanwezig. Een toevoeging met boortorens zal een extra verstoord landschapsbeeld opleveren.

Gebruikswaarde
Ondanks de cultuurhistorische waarde van sommige polders, worden ze over het algemeen recreatief weinig aantrekkelijk gevonden en zijn er niet veel effecten te verwachten. Dit geldt ook voor de landbouw. Door de grote maat en schaal worden voor de meeste polders weinig problemen verwacht ten aanzien van efficiëntievermindering. Dit geldt echter niet voor alle droogmakerijen, waardoor er geen eenduidige effectbeoordeling mogelijk is[41].

Toekomstwaarde
Droogmakerijpolders zijn gevoelige gebieden ten aanzien van de waterhuishouding. Sommige polders kunnen potentieel van waarde zijn ten aanzien van (toekomstige) waterbergingsopgaves. Dat wordt lastiger als er sprake is van schaliegaswinning.
Landschappelijke inpassing van nieuwe windmolens wordt lastiger. De combinatie van windmolens en boortorens kan resulteren in een zeer verstoord landschapsbeeld.

15.3.8 ZEEKLEIGEBIED

In Tabel 15.19 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per aspect een korte toelichting.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Eemsdelta patroon opslibbing, verspreide bebouwing Waardevolle restanten (kreken, dijken) Invloed verstelijking Zuidvleugel
Belevingswaarde	Open gebieden vormen ruimtelijke eenheid Herkenbaarheid samenhang polders (eenheid) Aantasting duisternis
Gebruikswaarde	Beperkte recreatieve waarde Grootschalige landbouw
Toekomstwaarde	Toekomstige waterveiligheid, zoute kwel Cumulatie windenergie

Tabel 15.19 Effectbeschrijving en –beoordeling zeekleigebied

Fysieke aantasting
De polders bevatten landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen en patronen die aangetast kunnen worden. Vooral de kreken, dijken en andere elementen die de ontstaansgeschiedenis van het landschap weergeven, zijn waardevol. Het betreft echter grote ruimtes, waardoor de kans dat deze effecten zich voordoen relatief beperkt is. Het totale effect op fysieke aantasting is beperkt negatief beoordeeld.

Belevingswaarde
In de grootschalige, open ruimtes van polders in het zeekleigebied, zullen de productielocaties en vooral de boortorens over grote afstand zichtbaar zijn. Vaak zullen dan ook meerdere productielocaties

tegelijkertijd zichtbaar zijn. Echter de productielocaties, zeker zonder de boortorens, kunnen in de grootschalige ruimtes snel in het niet vallen bij de maat en schaal van de gebieden. Sommige agrarische bedrijven hebben een vergelijkbare omvang als de productielocaties.
Van belang voor de beoordeling van de belevingswaarde, is de mate waarin de eenheid van de polder wordt aangetast, c.q. de polders als samenhangende structuur anders beleefd zullen worden. De invloed van een individuele boortoren is weliswaar beperkt, maar meerdere productielocaties kunnen wel leiden tot 'industrialisering' van het gebied. De zeekleipolders zijn relatief donkere gebieden met weinig lichtvervuiling. De komst van productielocaties zal een ernstige aantasting van deze kwaliteit zijn.
In sommige delen van het zeekleigebied zijn al opstellingen van windmolens aanwezig. Een toevoeging met boortorens zal een extra verstoord landschapsbeeld opleveren. Het totale effect op belevingswaarde is beperkt negatief beoordeeld.

Gebruikswaarde
Randen c.q. overgangsgebieden (naar bijvoorbeeld de Kustzone) zijn recreatief in trek, maar over het algemeen heeft het zeekleigebied zelf een beperkte recreatieve gebruikswaarde. Er zal daardoor een relatief beperkt negatief effect te verwachten zijn. Effecten ten aanzien van recreatief gebruik doen zich dan vooral voor door de gevolgen voor het recreatieve belang van bijvoorbeeld de aangrenzende Kustzone.
Voor het landbouwkundig grondgebruik worden door de enorme maat en schaal weinig effecten verwacht ten aanzien van efficiëntievermindering. Het totale effect op gebruikswaarde is neutraal beoordeeld.

Toekomstwaarde
Zeekleipolders zijn gevoelige gebieden ten aanzien van de waterhuishouding. Sommige polders kunnen potentieel van waarde zijn ten aanzien van waterbergingsopgaves. Dat wordt lastiger als er sprake is van schaliegaswinning. Landschappelijke inpassing van nieuwe windmolens wordt lastiger. De combinatie van windmolens en boortorens kan resulteren in een zeer verstoord landschapsbeeld. Het totale effect op toekomstwaarde is beperkt negatief beoordeeld.

15.3.9 KUSTZONE

In Tabel 15.20 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Na de tabel volgt per aspect een korte toelichting.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Aantasting waarden, aardkundig waardevol + reliëf
Belevingswaarde	Beleving reliëf en dynamiek duinen Kleinschalige binnenduinrand Langgerekte smalle strandvlakte (continuïteit, open)
Gebruikswaarde	Strandtoerisme (dag/verblijf) Bollenteelt (toeristische trekpleister)
Toekomstwaarde	Klimaatadaptatie: beperken natuurlijke dynamiek Niet in zeewering

Tabel 15.20 Effectbeschrijving en –beoordeling kustzone

Fysieke aantasting
De kustzone kent een hoge landschappelijke waarde. Zo is de kustzone onder andere aardkundig waardevol. Deze waarden zullen in het hele gebied al snel onder druk staan. Aantasting van (micro)reliëf is over het algemeen onomkeerbaar. Het effect op fysieke aantasting is daarom negatief beoordeeld

Belevingswaarde
Het landschapstype kustzone betreft een relatief smal gebied, met zeker in de strandvlakte relatief langgerekte doorzichten parallel aan de kust. Dit betekent dat productielocaties in vrijwel het hele gebied zichtbaar zullen zijn, en soms zelfs meerdere tegelijkertijd. Zeker gezien de hoge belevingswaarde van dit gebied, betreft dit een negatief effect.

Gebruikswaarde
De kuststreek is één van de recreatieve topgebieden van Nederland. De Bollenstreek is zelfs een internationale toeristische attractie. Schaliegaswinning kan effect hebben op de gebruikswaarde voor de recreatie- en toerisme sector. Door de opbouw van de kustzone en beperkte beschikbare ruimte is verminderde toegankelijkheid niet uit te sluiten. Gezien de hoge gebruikswaarde voor vooral recreatie en de gevoeligheid wordt een negatief effect voorzien.
De zone waarin landbouw plaatsvindt, waaronder de bollenteelt, is relatief smal. Dit betekent dat er mogelijk negatieve effecten zijn ten aanzien van efficiënt landbouwkundig gebruik.

Toekomstwaarde
De kust is essentieel voor onze lange termijn bescherming tegen de zee. De landschapsvormende processen (zoals duinvorming) zullen hierdoor op geen enkele wijze verstoord mogen worden. Schaliegaswinning kan natuurlijke landschapsvormende processen en de ruimtelijke aanpasbaarheid van de kustzone beperken, door aanleg van infrastructuur en productielocaties. Dit effect is negatief beoordeeld.

15.4 EFFECTBESCHRIJVING EN -BEOORDELING IN GEVAL VAN CALAMITEITEN

In onderstaande paragrafen zijn aan de hand van de referentiesituatie en het beoordelingskader de effecten per landschapstype in geval van calamiteiten per aspect beschreven en beoordeeld. Een calamiteit is een situatie waarin sprake is van het falen van voorzieningen (zie Hoofdstuk 5 van deel A).

15.4.1 ALGEMEEN

Calamiteiten zullen maar een beperkt afwijkend effect hebben ten aanzien van de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie. De volgende effecten kunnen optreden bij een calamiteit:

- **Fysieke aantasting:** bij een explosie kan sprake zijn van een toename van de fysieke aantasting van de omgeving, waardoor meer landschappelijke-, cultuurhistorische- en aardkundige waarden verloren kunnen gaan. Ook bij het nemen van mitigerende maatregelen, kunnen elementen worden aangetast. Indirect kunnen door bijvoorbeeld lekkages ook landschappelijke elementen aangetast worden (zoals afsterven van vegetatie en opgaande beplanting, et cetera).
- **Belevingswaarde:** de belevingswaarde zal mogelijk indirect beïnvloed kunnen worden, door het verloren gaan van waarden, zoals hierboven beschreven.

- **Gebruikswaarde:** de invloed op functionaliteit voor recreatie en landbouw, waaronder bereikbaarheid en toegankelijkheid van gebieden. Mogelijk worden gebieden bij een calamiteit niet of minder toegankelijk vanwege veiligheidsmaatregelen. Indirect kan landbouw wel hinder ondervinden van een calamiteit, bijvoorbeeld doordat (delen van) percelen vervuild zijn. Hierdoor kan de ruimtelijk-functionele samenhang negatief beïnvloed worden. Wat eerst een logische bruikbare kavel was, hoeft dat niet meer te zijn, want deze is versnipperd te gebruiken. Ook verbindingen tussen percelen kunnen onder druk komen te staan.
- **Toekomstwaarde:** calamiteiten hebben waarschijnlijk weinig invloed op landschapsvormende processen. Het is echter niet ondenkbaar dat specifieke maatregelen nodig zijn om (ondergronds) de gevolgen van de effecten van de calamiteit te beteugelen. Afhankelijk van de soort maatregelen zouden deze in meer of mindere mate effect op landschapsvormende processen kunnen hebben. Door aantasting van de gebruikswaarde, kunnen de toekomstige ontwikkelmogelijkheden van een gebied ook worden beperkt.

15.4.2 HEUVELLAND

Het effect en de reikwijdte ervan in geval van calamiteiten zullen door de waarde van Heuvelland al snel groter zijn. In beekdalen is mogelijke vervuiling sneller verspreid en zou het effect zich daardoor over een groter gebied kunnen uitstrekken. Door het reliëf kan de aantasting van de beleving soms wel zeer beperkt blijven, doordat de productielocatie al snel niet meer te zien is. Door minder rationele en soms kleinschaliger verkavelingen, is mogelijke versnippering van agrarisch grondgebruik sneller een probleem.

15.4.3 ZANDGEBIED

Het effect (reikwijdte van effect) in geval van calamiteiten is mede afhankelijk van in welk deel van het zandgebied zich dit voordoet. In beekdalen en in de kampen- en essenontginningen zal, door de hogere waarden, het effect al snel groter zijn, dan in de heideontginningen. Door de kleinschaligheid van vooral de kampenontginningen zal daar het effect wat betreft beleving nog beperkt kunnen zijn, doordat het al snel wordt afgeschermd door andere landschapselementen. Door minder rationele en soms kleinschalige verkavelingen in vooral de kampenontginningen, is mogelijke versnippering van agrarisch grondgebruik sneller een probleem. In beekdalen is mogelijke vervuiling sneller verspreid en zou het effect zich daardoor over een groter gebied kunnen uitstrekken.

15.4.4 VEENKOLONIËN

Het effect (reikwijdte van effect) in geval van calamiteiten zal vanwege de lagere waardering en de grotere schaal en het beperkt voorkomen van elementen relatief beperkt zijn. Echter vanwege de grote landbouwkundige functie, is aantasting van kavelpatronen wel een aandachtspunt, dat vanwege de grote schaalgrootte in het gebied ook wel weer oplosbaar lijkt.

15.4.5 RIVIERENGEBIED

Het effect (reikwijdte van effect) in geval van calamiteiten is mede afhankelijk van in welk deel van het rivierengebied zich dit voordoet. De uiterwaarden kennen weinig opgaande elementen die direct aangetast zouden kunnen worden. Echter bij vervuiling zou door verspreiding door de rivier wel een groter gebied aangetast kunnen worden, waardoor het effect alsnog groter kan zijn. Op de stroomrug/oeverwallen zullen de effecten vanwege het grotere aantal elementen en de hogere waarden al snel aanzienlijk zijn. In het komgebied zullen de effecten beperkt zijn. Er is meer ruimte en er staan minder

elementen. Echter vanwege de grote landbouwkundige functie, is aantasting van kavelpatronen wel een aandachtspunt, maar vanwege de grote schaal van het gebied ook oplosbaar.

15.4.6 LAAGVEENGEBIED

Het effect (reikwijdte van effect) in geval van calamiteiten zal in het geval van vervuiling al snel groter kunnen zijn, doordat deze zich in het natte gebied sneller kan verspreiden. Er zijn echter ook relatief minder opgaande landschappelijke elementen. Door de vaak lange, smalle kavels kan de agrarische gebruikswaarde van het gebied wel snel worden aangetast. Maatregelen om de effecten van een vervuilingscalamiteit te beteugelen zullen in een veengebied relatief lastig zijn door de hoge (grond-) waterstand. De kans is aanwezig dat de bodemopbouw voor de lange termijn verstoord wordt. Dit betekent een aanvullend negatief effect voor toekomstwaarde.

15.4.7 DROOGMAKERIJEN

Het effect (reikwijdte van effect) in geval van calamiteiten is sterk afhankelijk van de specifieke kenmerken van de droogmakerij en zal zich ruimtelijk tot één specifieke droogmakerij beperken. Aanwezige elementen en landbouwkundige verkavelingspatronen kunnen worden aangetast. Door het gereguleerde waterbeheer kan een droogmakerij gevoeliger zijn voor een calamiteit (bijvoorbeeld verontreiniging), waardoor ook de impact van een calamiteit groter is.

15.4.8 ZEEKLEIGEBIED

Het effect (reikwijdte van effect) in geval van calamiteiten zal vaak beperkt blijven tot de poldereenheden. Bij (voormalige) kreken kan vervuiling zich mogelijk verder verspreiden. Vanwege de vaak grotere ruimtelijke schaal en het beperkt voorkomen van elementen, zullen de effecten op elementen en beleving beperkt zijn. Wel kunnen aanwezige landbouwkundige verkavelingspatronen worden aangetast. Door het gereguleerde waterbeheer van het zeekleigebied, kan dit gevoeliger zijn voor een calamiteit (bijvoorbeeld verontreiniging), waardoor ook de impact van een calamiteit groter is.

15.4.9 KUSTZONE

Het effect (reikwijdte van effect) in geval van calamiteiten zal door de waarde en relatieve kleinschaligheid van de Kustzone al snel groter zijn. Omdat het vaak relatief smalle zones betreft, kunnen er ook sneller effecten optreden ten aanzien van de gebruikswaarde, zowel landbouwkundig als recreatief. Door het specifieke karakter kan de kustzone gevoeliger zijn voor een calamiteit (bijvoorbeeld verontreiniging), waardoor ook de impact van een calamiteit groter is.

15.5 EFFECTVERGELIJKING LANDSCHAPSTYPEN

In Tabel 15.21 zijn de effectbeoordelingen voor de landschapstypen op een rij gezet. Na de tabel worden de landschapstypen per aspect vergeleken.

Beoordelingscriteria	Fysieke aantasting	Belevingswaarde	Gebruikswaarde	Toekomstwaarde
Heuvelland				
Zandgebied				
Veenkoloniën				
Rivierengebied				
Laagveengebied				
Droogmakerijen	*[42]	*	*	*
Zeekleigebied				
Kustzone				

Tabel 15.21 Vergelijking effectbeoordeling landschapstypen

Er zijn grote verschillen in de effectbeoordeling tussen de landschapstypen:

- De landschapstypen Heuvelland en Kustzone met hoge waarden, gradiënten en reliëf scoren negatief op vrijwel alle criteria.
- De effecten binnen het Laagveengebied zijn eveneens aanzienlijk, vooral door de aanwezigheid van hoge waarden en de zichtbaarheid in het open gebied.
- De landschapstypen Droogmakerijen en Zeekleigebied van Zeeland en Noord- en Zuid-Holland zijn vergelijkbaar met Zandgebied en Rivierengebied.
- In de Veenkoloniën, Zeekleigebieden van Noord-Nederland en Droogmakerijen (Flevoland) treden minder effecten op.

15.6 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE DEELGEBIEDEN

15.6.1 TOELICHTING DEELGEBIEDEN

Het plangebied is ingedeeld in deelgebieden met als doel een directe koppeling te kunnen maken tussen de milieubeoordeling op landschapstypen naar de effecten op daadwerkelijke geografisch aangeduide deelgebieden. De beoordeling per deelgebied vindt plaats op strategisch niveau op basis van provinciale waarden. Hierbij worden ook mogelijke effecten op statusgebieden beoordeeld, zoals onder andere vastgelegd in gebiedsgericht beleid. Hiermee wordt beleid bedoeld dat specifiek geldt voor de deelgebieden (bijv. Nationaal Landschap, provinciaal beid, et cetera).
Er zijn tien deelgebieden onderscheiden (zie hoofdstuk 5 van deel A). Binnen twee deelgebieden is voor enkele deelgebieden een nadere onderverdeling gemaakt in sub gebieden, dit is aangeduid met A, B en C.

De deelgebieden zijn onder te verdelen in drie typen:

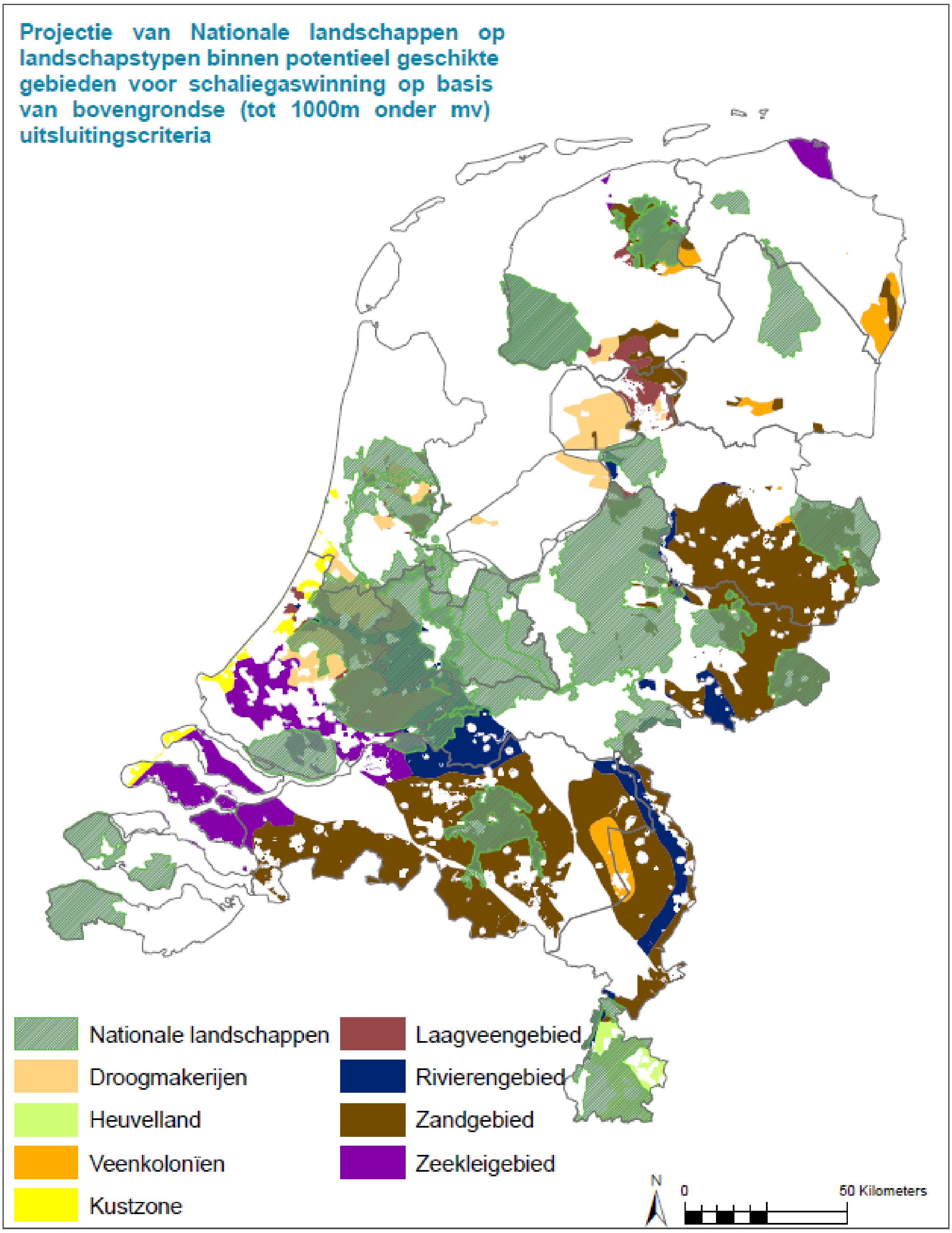
I) Deelgebieden die bestaan uit één uniek landschapstype (Kustzone, Zuid-Limburg)

II) Deelgebieden die hoofdzakelijk bestaan uit één landschapstype, maar op basis van bepaalde kenmerken worden onderscheiden van andere deelgebieden met hetzelfde landschapstype (Noord-Brabant en Noord-Limburg, Oost-Nederland, Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden, Zuidvleugel, Flevoland).

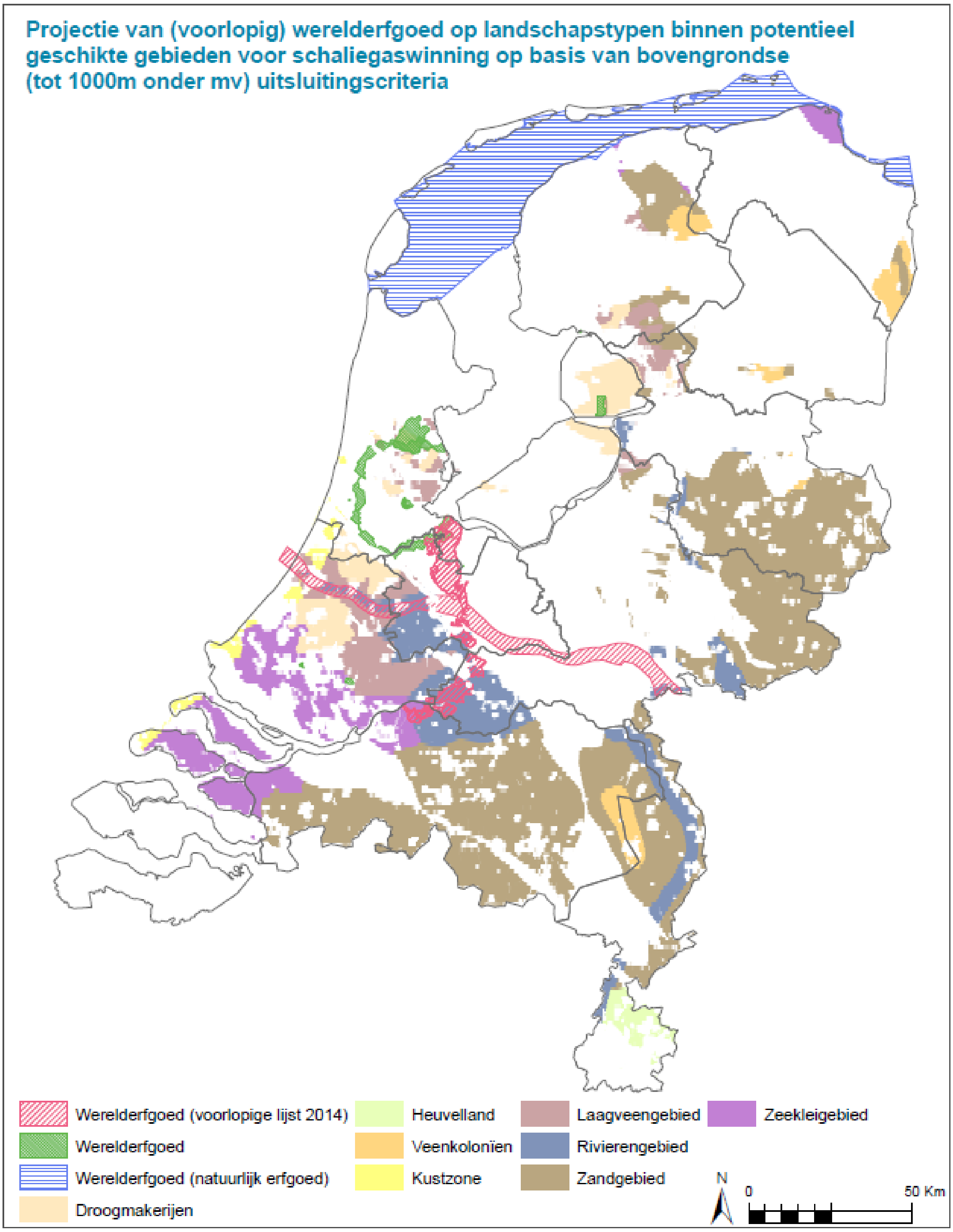
III) Deelgebieden die zijn samengesteld uit meerdere landschapstypen (Groene Hart, Laag Holland, Noord-Nederland).

[42] Door de grote variatie tussen de verschillende droogmakerijen (schaal, opzet, kwaliteit), is op het generieke niveau van het landschapstype Droogmakerijen geen eenduidige effectbeoordeling te doen.

In Figuur 15.27 is een projectie van Nationale Landschappen over de deelgebieden opgenomen. De Nationale Landschappen zijn beschreven in het beleidskader (zie paragraaf 15.2.1) in de referentiesituatie. In Figuur 15.28 is een project van (voorlopig) Werelderfgoed over de deelgebieden opgenomen. De onderbouwing en begrenzing van de deelgebieden is te vinden in deel A van dit planMER (zie deel A, hoofdstuk 5 Milieubeoordeling).



Figuur 15.27 Projectie van Nationale landschappen op landschapstypen (Alterra Wageningen UR, 2014) (Rijksoverheid, 2015)



Figuur 15.28 Projectie van (voorlopig) Werelderfgoed op landschapstypen (Alterra Wageningen UR, 2014) (Rijksdienst Cultureel Erfgoed, 2015) (Nationaal Georegister, 2015) (Nationaal Georegister, 2015)

15.6.2 ZUID-LIMBURG

Specifieke kenmerken

- De beschrijving van het deelgebied Zuid-Limburg komt overeen met die van het landschapstype Heuvelland. Er zijn geen aanvullende specifieke kenmerken ten opzichte van het landschapstype (zie beschrijving landschapstype in paragraaf 15.1.1)

Statusgebieden

- De waarde van het gebied wordt onderstreept, door de aanwijzing als Nationaal Landschap Zuid-Limburg. Kenmerkend zijn de plateaus en beekdalen die samen het heuvellandschap vormen. Kernkwaliteiten zijn: het schaalcontrast tussen de open plateaus en besloten beekdalen, het groene karakter, bijzonder reliëf en ondergrond en aanwezigheid van cultuurhistorisch erfgoed.

15.6.3 NOORD-BRABANT / NOORD-LIMBURG

Specifieke kenmerken

- Afwisselend zandlandschap met een mozaïek van oude en jonge zandontginningen, bossen, bolle akkers, beemden, hakhoutbosjes en -wallen en buurtschappen;
- Peelgebied met hoogveenrestanten en Peelkanaal;
- Landschap en natuurgebieden met belangrijke recreatieve functie voor de stedelijke gebieden;
- Substantiële delen staan onder invloed van schaalvergroting in de (intensieve) veehouderij, vooral de Landbouw Ontwikkelingsgebieden (recent);
- Overheersende nood-zuid richting van beekdalen in Noord-Brabant, t.w.: Molenbeek, Aa, Dommel, Reusel, Donge, Aa, Mark en Dintel;
- West-Brabantse Venen; voormalig veenlandschap met een sterk agrarisch karakter, dat gekenmerkt wordt door relatieve openheid en blokverkavelingen, doorsneden door linten en boscomplexen;
- Aardkundig en recreatief waardevol, reliëfrijk gebied Maasdal met terrassen;
- Aanwezigheid (deel) van de Beerse Overlaat, voormalige natuurlijke lage oeverdelen van de Maas;
- Brabantse Wal: aardkundig en recreatief waardevol, reliëfrijk gebied op overgang naar zeekleigebied en Steenbergse Vliet, met stuifduinen, water, polders, heide en bossen.

Statusgebieden

- Nationaal Landschap Het Groene Woud / de Meierij; kernkwaliteiten zijn kleinschalig open en gevarieerd landschap gekenmerkt door beken, essen, kampen, bossen, heide en agrarisch populierenlandschap;
- De Schenken/Sint Oedenrode is aangewezen als Wederopbouwgebied, karakteristieken zijn kleinschalig landschap met kamerstructuur door afwisseling weiden, bos akkerlanden en boomkwekerijen en gevarieerde boomlinten.

15.6.4 OOST-NEDERLAND

Specifieke kenmerken

- Afwisselend zandlandschap van de Achterhoek, Twente en Salland met o.a. coulisselandschap, landgoederen, landbouw en veeteelt en klein deel rivierengebied;
- Vele beken in oost-west richting, stroomgebieden van de Oude IJssel, Berkel, Buursebeek/ Schipbeek, Baaksebeek en rivier de Regge;
- De rivier Dinkel in het grensgebied met Duitsland met broekbossen en graslanden;
- Substantiële delen staan onder invloed van schaalvergroting in de (intensieve) veehouderij, vooral de Landbouw Ontwikkelingsgebieden (recent);

- Cultuurhistorisch- en recreatief waardevolle landgoederenzone(s);
- Aanwezigheid aardkundig- en recreatief waardevolle heuvelruggen / stuwwallen (Veluwe, Sallandse heuvelrug en Montferland en Plateau van Haaksbergen;
- Aanwezigheid grote bosgebieden op de heideontginningen.

Statusgebieden

- Nationaal Landschap Gelderse Poort; karakteristiek rivierenlandschap, met vlakke en drassige polders, ooibossen, oeverwallen, zandstranden en rivierduinen;
- Nationaal Landschap Graafschap; kleinschalig halfopen landschap met beken, houtwallen en heggen. De vele buitenplaatsen, kastelen en boerderijen zijn typerend voor dit gebied;
- Nationaal Landschap Winterswijk; afwisselend, halfopen landschap met kleine percelen en grote essen met bosjes, lanen, houtwallen en af en toe hoogveen. Ook kenmerkend zijn de meanderende beken in smalle dalen, oude boerderijen, gehuchten en grotere nederzettingen;
- Nationaal Landschap Noordoost Twente; heuvelachtig karakter, besloten en kleinschalig landschap met het essen- en kampen en houtwallen afgewisseld met grotere percelen bos of akkers en rechte wegen, aanwezigheid zandwegen.
- Beltrum/Berkelland is aangewezen als Wederopbouwgebied, karakteristieken zijn kleinschalig ruilverkavelingslandschap met weiden, bos, akkers, coulisselandschap met bochtige wegen.

15.6.5 NOORD-NEDERLAND

Specifieke kenmerken zijn hieronder beschreven per deelgebied.

Gebied A. Wieden-Weerribben / Noordelijke Friese Wouden

Specifieke kenmerken

- Overgang zandgebied – veengebied;
- Complexe menging van landschapstypen (zandgebied, veenkoloniën en in mindere mate laagveengebied) en cultuurhistorische gelaagdheid met een grote mate van afwisseling;
- Het gehele gebied is recreatief belangrijk.

Statusgebieden

- Nationaal Landschap Wieden-Weerribben; afwisseling van open water, oeverbegroeiing, drijftillen, rietlanden, voedselarm grasland en moerasbos;
- Nationaal Landschap Noordelijke Wouden; coulisselandschap met elzensingels en houtwallen, fijnmazig patroon met een besloten karakter.

Gebied B. Oost-Groningen

Specifieke kenmerken

- Veenkoloniaal gebied (Veenkoloniën ten oosten van Stadskanaal en Veenkoloniaal gebied ten oosten van bij Hoogeveen); regelmatig en rechtlijnig patroon van kanalen, wijken en lintbebouwing;
- Beek- en esdorpenlandschap rond Sellingen; het beekdal van de Ruiten Aa is cultuurhistorisch, landschappelijk en recreatief het meest waardevolle gebied.
- Jonge ontginning in het beekdal van het Loodiep: open landschap met regelmatig verkavelingspatroon (ten oosten van Hoogeveen)

Gebied C. Zeekleigebied Eemshaven

Specifieke kenmerken
- Zeekleigebied; open wierdenlandschap met kronkelende wegen en waterlopen, bedijkt poldergebied, blokverkaveling, wegbeplanting.
- Grootschalige nieuwe haven dominant aanwezig;
- Grootschalige openheid van polders (Uithuizerpolder), met een ruimtelijke structuur parallel aan de kust;
- Recreatief weinig waardevol, weinig gebruiksmogelijkheden;
- Aanwezigheid van grootschalige windenergieparken.

Statusgebieden
- Het deelgebied grenst aan het Werelderfgoed Waddenzee (zie beleidskader in paragraaf 15.2.1), kwaliteiten zijn o.m. de grotendeels ongestoorde natuurlijke dynamiek en de unieke openheid.
- Het deelgebied grenst aan het beschermd natuurgebied Eems-Dollard in het grensgebied Nederland-Duitsland. De rivier Eems mondt uit in de Dollard. Het gebied bestaat uit kwelders, slikken en wadden.

15.6.6 GROENE HART

Specifieke kenmerken
- Het Groene Hart kent geen duidelijke grens en is samengesteld uit verschillende landschapstypen die in elkaar overlopen. Van oost naar west: rivierengebied, laagveengebied, droogmakerij en - in mindere mate - zeekleigebied;
- Waardevolle openheid (waarden);
- Historisch gelaagd deltalandschap van rivieren met veen- en komkleipolders, met veel historische waterlopen en verkavelingspatronen, waaronder de Oude IJssel en verveend gebied bij Reeuwijk;
- Historische droogmakerijen;
- Het land ligt vaak laag ten opzichte van omliggend water. Sommige polders, zoals de Zuidplaspolder, behoren met meerdere meters beneden zeeniveau, tot de laagst gelegen gebieden van Nederland;
- Recreatief belangrijk stedelijk uitloopgebied van de Randstad;
- Belangrijk tuinbouw/boomkwekerijgebied bij Boskoop;
- Ontwikkeling van glastuinbouw, o.a. rond Moerkapelle, Bleiswijk en Pijnacker;
- Sluipende verstedelijking.

Statusgebieden
- Nationaal Landschap Groene Hart; landelijke karakter, veenweidegebied, oeverwallen (langs voormalige veenriviertjes), veenplassen, dijken en kaden;
- De Nieuwe Hollandse Waterlinie is aangewezen als Nationaal Landschap en voorgedragen als Werelderfgoed (voorlopige lijst Werelderfgoed);
- Aanwezigheid Romeinse Limes (voorlopige lijst Werelderfgoed) en Molencomplex Kinderdijk-Elshout (Werelderfgoed).
- Het Kagerplassen gebied, kerngebied Krimpenerwaard, Aarlanderveen e.o., Oude Hollandse Waterlinie, De lintdorpen Meije en Weipoort, De Keukenhof, de Diefdijk als onderdeel van de Nieuwe Hollandse Waterlinie, molengebied Kinderdijk en Polder de Biesbosch op het eiland Dordrecht zijn aangewezen als kroonjuweel, een uniek, zeer karakteristiek en gaaf erfgoedensemble.

15.6.7 LAAG HOLLAND

Specifieke kenmerken

- Veenweidegebied met dieper gelegen droogmakerijen;
- Historische gelaagdheid, diversiteit, afwisseling laagveengebied/droogmakerij;
- Open gebied, rechte lijnen, beschermde stads- en dorpsgezichten;
- Recreatief waardevol uitloopgebied Noordvleugel.

Statusgebieden

- Nationaal Landschap Laag Holland; oude geometrische inrichtingspatroon in de droogmakerijen, middeleeuwse strokenverkaveling en historische watergangen, archeologische productielocaties, karakteristieke dijk- en lintdorpen;
- De Stelling van Amsterdam is aangewezen als Nationaal Landschap en Werelderfgoed; voormalige verdedigingslinie rondom Amsterdam bestaande uit dijken, sluizen, forten en batterijen;
- Droogmakerij De Beemster is aangewezen als Werelderfgoed. Landschap van akkers, wegen, kanalen, dijken en nederzettingen.

15.6.8 FLEVOLAND

Specifieke kenmerken

- Zeer grootschalige droogmakerij; functioneel patroon van wegen, waterwegen en bijhorende beplanting;
- Nieuw productielandschap met grootschalige openheid;
- Overheersend agrarisch landgebruik (akkerbouw);
- Aanwezigheid- en ontwikkeling van grootschalige windparken;
- IJsseldelta is onderdeel van het landschapstype rivierengebied.

Statusgebieden

- Een deel van de Flevoland ligt binnen Nationaal Landschap IJsseldelta; karakteristiek zijn de grote mate van openheid, de oudste rationele, geometrische verkaveling en reliëf in de vorm van huisterpen en kreekruggen;
- In de Noordoostpolder ligt Werelderfgoed Schokland, een dorp en voormalig eiland;
- Noordoostpolder aangewezen als Wederopbouwgebied (SVIR), karakteristieken zijn de grootschalige droogmakerij met verspreide, rationeel geordende agrarische bebouwing en erven.

15.6.9 ZEEUWSE EN ZUID-HOLLANDSE EILANDEN

Specifieke kenmerken

- Zeekleigebied; grote polders, blokverkaveling;
- Kenmerkende openheid, historische gelaagdheid, poelgebieden, wegbeplantingen, erfbeplantingen;
- Karakteristieke ringpolders;
- Gebruik landbouw (akkerbouw) en recreatie vanuit de kustzone.

Statusgebieden

- Voorne, Brielle en Bruinisse zijn vanwege het cultuurhistorische belang aangewezen als topgebied; centraal staan de instandhouding van onderdelen van de Polder Biert, het behouden van de Polder Simonshaven, kreekrestant de Holle Mare en langgerekte oost-west georiënteerde dijken en het herkenbaar houden van de voormalige verdedigingslinie Stelling van de Monden van de Maas en het Haringvliet met liniedijken, fort en schootsveld.

15.6.10 ZUIDVLEUGEL

Specifieke kenmerken

- (Getransformeerde) restanten historisch landschap in verstedelijkt zeeklei- en laagveengebied;
- Hoge gebruiksintensiteit en stedelijke dichtheid, met onder andere de internationale haven Mainport Rotterdam Rijnmond;
- Tuinbouwgebied het Westland.

Statusgebieden

- Een deel van Nationaal Landschap Hoeksche Waard valt binnen de begrenzing van het deelgebied; kernkwaliteiten zijn open polderlandschap, kronkelende kreken en slingerende dijken, karakteristieke dorpen, monumentale panden en jachthavens;
- Het kerngebied van Midden-Delfland is aangewezen als kroonjuweel, een uniek, zeer karakteristiek en gaaf erfgoedensemble (Visie Ruimte en Mobiliteit).

15.6.11 KUSTZONE

Het deelgebied Kustzone komt overeen met het landschapstype kustgebied. Er zijn geen aanvullende specifieke kenmerken ten opzichte van het landschapstype (zie beschrijving bij landschapstypen, paragraaf 15.3.9).

Specifieke kenmerken

- Duinlandschap; zeereep, strand, duinen en gradiëntvolle binnenduinrand. Het deelgebied Kustzone komt overeen met het landschapstype kustgebied. Er zijn geen significante onderscheidende kenmerken ten opzichte van het landschapstype (zie beschrijving bij landschapstypen, zie paragraaf 15.3.9);
- Het gebruik is overheersend natuur met recreatie en plaatselijk (restanten van) drinkwaterwinning.

Statusgebieden

- De Romeinse Limes, de voormalige grens van het Romeinse rijk (voorlopige lijst Werelderfgoed), ligt ter hoogte van de voormalige monding van de Rijn bij Katwijk;
- De Landgoederenzone Den Haag-Wassenaar en de Kop van Goeree zijn in het provinciaal beleid aangewezen als kroonjuweel, een uniek, zeer karakteristiek en gaaf erfgoedensemble.

15.7 EFFECTBESCHRIJVING- EN BEOORDELING PER DEELGEBIED

In onderstaande paragrafen zijn aan de hand van de referentiesituatie en het beoordelingskader de effecten per deelgebied beschreven en beoordeeld.

15.7.1 ZUID-LIMBURG

In Tabel 15.22 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Waarden vooral aan rand plateaus en beekdalen Aanleg infrastructuur, vergraven leidt tot aantasting reliëf
Belevingswaarde	Aantasting openheid en zicht plateaus In dalen zicht beperkt, sterke afwisseling Schaalverschil, kleinschalig
Gebruikswaarde	Recreatief gebruik (verblijf/dag) vooral in beekdalen Beperkt effect op landbouw, fruitteelt in dalen
Toekomstwaarde	Erosie gevoelig gebied Beperkte herstelmogelijkheden bij vergraven Klimaatadaptatie beperkt Mogelijke interferentie boortorens met andere (hoge) opgaande elementen (windmolens)

Tabel 15.22 Effectbeschrijving en –beoordeling Zuid-Limburg

Deze beoordeling heeft dezelfde onderbouwing als paragraaf 15.1.1, aangezien het landschapstype Heuvelland overeenkomt met het deelgebied Zuid-Limburg.

15.7.2 NOORD-BRABANT / NOORD-LIMBURG

De beoordeling van West- en Midden-Brabant en Oost-Brabant en Noord-Limburg is hieronder toegelicht. Samenvattend zijn er wel nuanceringen te maken ten opzichte van de beoordeling van het landschapstype Zandgebied (zie paragraaf 15.1.2) en Rivierengebied (zie paragraaf 15.1.4), maar niet zodanig dat de effectbeoordeling van het deelgebied als geheel anders wordt.

Gebied A. West Brabant

In Tabel 15.23 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Dekzandlandschap West-Brabantse venen, relatieve openheid Baronie Breda
Belevingswaarde	Brabantse Wal overgang zeekleigebied Heideontginingen minder effect
Gebruikswaarde	Uitloopgebieden steden (Breda) Brabantse Wal
Toekomstwaarde	Mogelijkheden waterberging beperkt

Tabel 15.23 Effectbeschrijving en –beoordeling West-Brabant

De beoordeling voor fysieke aantasting en belevingswaarde is gelijk aan paragraaf 15.1.2, aangezien het landschapstype Zandgebied overeenkomt met het deelgebied West-Brabant. De omgeving van Breda en de Brabantse Wal zijn recreatief belangrijk.

Gebied B. Midden-Brabant

In Tabel 15.24 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Waardevol landschap Meierij / Groene Woud Aantasting Beekdalen (noord-zuid) Wederopbouwgebied Sint Oedenrode
Belevingswaarde	Kleinschalig open en gevarieerd landschap (schaal kamp/es) Heide ontginningen minder effect
Gebruikswaarde	Uitloopgebieden grote steden (binnen Brabantstad), vooral Meierij / Groene Woud
Toekomstwaarde	Beekdalen waterberging mogelijkheden beperkt

Tabel 15.24 Effectbeschrijving en –beoordeling Midden-Brabant

De beoordeling voor fysieke aantasting en belevingswaarde is gelijk aan paragraaf 15.3.3, aangezien het landschapstype Zandgebied overeenkomt met het deelgebied West-Brabant. Dit geldt tevens voor het Nationaal Landschap Groene Woud / de Meierij.
Schaliegaswinning heeft een negatief effect op de recreatieve gebruikswaarde van de uitloopgebieden rond de Brabantse steden. In het gebied Groene Woud is het risico op aantasting van de recreatieve gebruikswaarde het grootst.
Zoals beschreven in paragraaf 15.3.3 is het effect op toekomstwaarde voor het landschapstype Zandgebied neutraal beoordeeld.

Gebied C. Oost-Brabant en Noord-Limburg

In Tabel 15.27 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Aangetaste waarden, gaaf = beschermd (daarbuiten mogelijkheden) Hoogveenrestanten Peel Maasdal met terrassen
Belevingswaarde	Maasdal Heideontginningen minder effect
Gebruikswaarde	Recreatief gebruik Maasdal
Toekomstwaarde	Ruimte voor de Rivier (Maas) Beekdalen waterberging

Tabel 15.25 Effectbeschrijving en –beoordeling Oost-Brabant en Noord-Limburg

De beoordeling voor fysieke aantasting en belevingswaarde is gelijk aan het Zandgebied paragraaf 15.3.3. Ten opzichte van de beschrijving van het landschapstype Zandgebied zijn er gebiedsdelen die een nadrukkelijke (samenhangende) kwaliteit bezitten, maar ook delen die sterk verrommeld of op andere manier aangetast zijn, bijvoorbeeld door schaalvergroting in de landbouw in het algemeen en de (intensieve) veehouderij in het bijzonder.
Grote delen van het Noord-Limburgse landschap zijn recreatief belangrijk, dit geldt in het bijzonder voor het Maasdal. Schaliegaswinning heeft een negatief effect op de recreatieve gebruikswaarde van dit gebied.
Het effect voor toekomstwaarde is negatief beoordeeld, door afname van de klimaatbestendigheid van de rivier Maas en afname van de mogelijkheden voor waterberging in de beekdalen.

15.7.3 OOST-NEDERLAND

In Tabel 15.26 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Landgoederenzones Samenhang es/kamp/beek Salland
Belevingswaarde	Binnen Netwerkstad Twente
Gebruikswaarde	Achterhoek / Twente / Montferland / Salland Uitloopgebieden steden Landgoederenzone
Toekomstwaarde	Toekomstige mogelijkheden waterberging in beekdalen

Tabel 15.26 Effectbeschrijving en –beoordeling Oost-Nederland

Ten opzichte van de beschrijving van het landschapstype zandgebied zijn er gebiedsdelen die een nadrukkelijke (samenhangende) kwaliteit bezitten, maar ook delen die meer verrommeld of op andere manier aangetast zijn, bijvoorbeeld door schaalvergroting in de landbouw in het algemeen en de (intensieve) veehouderij in het bijzonder. Dit deelgebied kent uitgebreide waardevolle beekstructuren. Bijzonder zijn ook vele landgoederen die in het deelgebied voorkomen.
Grote delen van het Oost-Nederlandse landschap zijn recreatief belangrijk. Dit geldt naast onder andere Twente, de Achterhoek en Salland ook voor de uitloopgebieden rond de Twentse steden.
Samenvattend zijn er wel nuanceringen te maken ten opzichte van de beoordeling bij het landschapstype Zandgebied (zie 15.3.3), maar niet zodanig dat de effectbeoordeling van het hele deelgebied anders wordt.

15.7.4 NOORD-NEDERLAND

De beoordeling van de drie gebieden Wieden-Weerribben / Noordelijke Friese Wouden, Oost-Groningen en Zeekleigebied Eemshaven is hieronder toegelicht.

Gebied A. Wieden-Weerribben / Noordelijke Friese Wouden
In Tabel 15.27 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Samenhangende elementen en patronen waardevol
Belevingswaarde	Kleinschalig gebied
Gebruikswaarde	Recreatie (gekoppeld aan natuur/landschapsbeleving), landbouw relatief gevoelig
Toekomstwaarde	Veenvorming / adaptatie mogelijkheden vooral Wieden-Weerribben

Tabel 15.27 Effectbeschrijving en –beoordeling Wieden-Weerribben / Noordelijke Friese Wouden

De gebieden zijn van hoge cultuurhistorische en landschappelijke waarde, met veel onderling samenhangende elementen. Aantasting hiervan levert direct een groot effect op.
Doordat de gebieden relatief kleinschalig zijn, blijft de omvang van de visueel ruimtelijke invloed beperkt, al is elke beïnvloeding hier snel gevoelig.
Gekoppeld aan natuur- en landschapsbeleving is het gebied in trek bij recreanten. Een verminderde beleving zal een vergelijkbaar effect hebben op de recreatieve gebruikswaarde. Ten aanzien van landbouw is het gebied ook relatief gevoelig voor efficiëntieverlies.
Ten aanzien van de toekomstwaarde zijn de landschapsvormende processen met betrekking tot veenvorming in o.a. de Wieden-Weerribben relevant. Daarnaast spelen er binnen het gebied beperkt mogelijke waterbergingsopgaves. Omdat dit maar beperkt aanwezig is in het deelgebied, is het effect op de toekomstwaarde van het gebied als geheel beperkt negatief beoordeeld.

Gebied B. Oost-Groningen

In Tabel 15.28 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Beekdal Ruiten Aa Beekdal Loodiep
Belevingswaarde	Beleving donkerte in Veenkoloniën Kleinschalig landschap beekdal Ruiten Aa
Gebruikswaarde	Recreatie grotendeels beperkt tot beekdal Ruiten Aa Landbouw neutraal
Toekomstwaarde	Mogelijkheden voor adaptatie (waterberging) beekdalen Mogelijke cumulatie windparken

Tabel 15.28 Effectbeschrijving en –beoordeling Oost-Groningen

Ten opzichte van het landschapstype Veenkoloniën, gelden aanvullend de waarde van, en effecten op het waardevolle beekdal Ruiten Aa en het Loodiep. Toch zal dit ten opzichte van het gehele deelgebied beperkt zijn. Vooral door het recreatieve belang wordt het effect op de gebruikswaarde niet meer neutraal, maar beperkt negatief beoordeeld.

Gebied C. Zeekleigebied Eemshaven

In Tabel 15.29 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Geen of zeer beperkte fysieke aantasting
Belevingswaarde	Openheid Cumulatie windturbines Visuele onrust, beperkt vanwege groot schaalverschil Effect op Waddenzee (Werelderfgoed)
Gebruikswaarde	Geen effect
Toekomstwaarde	Geen effect

Tabel 15.29 Effectbeschrijving en –beoordeling zeekleigebied Eemshaven

Ten opzichte van het landschapstype zeekleigebied, zijn er in dit deelgebied voor de meeste criteria minder effecten te verwachten. Zo zijn er maar weinig kwetsbare landschappelijke elementen, is er nauwelijks kustrecreatie die beïnvloed kan worden en zijn er ook geen effecten ten aanzien van de toekomstwaarde te verwachten. Bij de belevingswaarde moet aan de ene kant de verstoring van het huidige landschap door windmolenparken en de zichtbare grootschalige havenontwikkeling van Eemshaven meegewogen worden. Aan de andere kant wordt zeer zwaar getild aan de mogelijke zichtbare effecten van de (tijdelijke) plaatsing van boortorens aan de Waddenkust. Bovendien zal de cumulatie van windturbines en boortorens een sterke visuele onrust betekenen. Omdat er zeker geen sprake is van een gave uitgangssituatie, is dit effect beperkt negatief beoordeeld.

15.7.5 GROENE HART

In Tabel 15.30 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Cultuurhistorie Droogmakerijen beperkt effect Cluster/samenhang veen/waarden en rivierengebied
Belevingswaarde	Niet gaaf verschil: westen meer verstedelijkt dan rivierengebied Effect donkerte Grootschalige open waarden met lintbebouwing Kommen en stroomruggen Laagveen – groter effect tussen linten Natuur Biesbosch
Gebruikswaarde	Uitloopgebied Randstad Tuinbouwclusters Boskoop, Moerkapelle, Akkerbouw Alphen
Toekomstwaarde	Klink veen Rivieren waterveiligheid

Tabel 15.30 Effectbeschrijving en –beoordeling Groene Hart

Het Groene Hart kent een grote mate van landschappelijk diversiteit, waardoor het moeilijk als geheel te beoordelen is. Het Groene Hart is opgebouwd uit de landschapstypen rivierengebied, laagveengebied en droogmakerijen. Het bevat grote delen met hoge waarden, maar lang niet alle delen zijn even waardevol. Het vormt een recreatief uitloopgebied en groene ruimte voor de omliggende steden en is van vitaal belang voor de kwaliteit van de leefomgeving (internationaal vestigingsklimaat). De gebruikswaarde kan beperkt worden door afname van de toegankelijkheid. Effecten ten aanzien van de gebruikswaarde voor de landbouw zijn relatief beperkt.
Vanwege de aanwezige hoge waarden en gevoeligheden wordt voor de aspecten fysieke aantasting en belevingswaarde een negatief effect voorzien. Aan de gebruikswaarde is een beperkt negatief effect toegekend. Voor de toekomstwaarde wordt een negatief effect voorzien, door afname van klimaatbestendigheid van de rivieren en klink/bodemdaling van het veen.

15.7.6 LAAG HOLLAND

In Tabel 15.31 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Erfgoedicoon van Nederland, waardevol landschap kleinschalige samenhang
Belevingswaarde	Schaal Openheid Combinatie veengebied en droogmakerijen
Gebruikswaarde	Recreatief uitloopgebied Noordvleugel Kwetsbaarheid landbouw
Toekomstwaarde	Toename klink veen door aanpassingen waterhuishouding Verzilting in droogmakerijen

Tabel 15.31Effectbeschrijving en –beoordeling Laag Holland

Vrijwel het hele gebied is zeer waardevol en gevoelig. Het betreffen waarden op soms internationaal niveau, zoals De Beemster. Deze waarden zijn vaak onvervangbaar. De effecten ten aanzien van fysieke aantasting en belevingswaarde worden daarom maximaal negatief gesteld. Ten aanzien van de gebruikswaarde is het deelgebied als uitloopgebied van de Noordvleugel van belang voor recreatie, dit effect is beperkt negatief beoordeeld. Effecten ten aanzien van de gebruikswaarde voor de landbouw zijn

relatief beperkt. Ten aanzien van de toekomstwaarde is er een (cumulatieve) combinatie van de risico's zoals benoemd bij de landschapstypen Laagveengebied en Droogmakerijen, waardoor de effecten voor dit aspect negatief worden beoordeeld.

15.7.7 FLEVOLAND

In Tabel 15.32 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Beperkte aantasting waardevolle elementen en patronen Waterstaatsgeschiedenis Patroon Noordoostpolder (Wederopbouwgebied) Context Schokland (Werelderfgoed)
Belevingswaarde	Openheid Cumulatie met windturbines Beleving gebied
Gebruikswaarde	Zeer beperkt effect op grondgebonden landbouw door ruimtebeslag
Toekomstwaarde	Interferentie boortoren met andere (hoge) opgaande elementen (windturbines)

Tabel 15.32 Effectbeschrijving en –beoordeling Flevoland

Ten opzichte van het landschapstype droogmakerij zijn de effecten voor dit deelgebied beperkt. Flevoland is een grootschalig modern productielandschap. Het ontworpen landschap en de groenstructuren zijn daarbij wel van waarde. Het ontwerp van de Noordoostpolder is zeer karakteristiek voor de Wederopbouwperiode. Om deze reden is de Noordoostpolder aangewezen als Wederopbouwgebied. Toch zijn deze gebieden naar verwachting maar beperkt gevoelig voor schaliegaswinning.
Wel zijn er zorgen over het ruimtelijk effect in combinatie met de aanwezige en (mogelijk) te ontwikkelen windparken; er kan interferentie optreden van de boortoren met andere hoge opgaande elementen. Vanwege de relatief zeer beperkte recreatieve waarde en de grootschaligheid van de landbouwpercelen, worden geen effecten ten aanzien van de gebruikswaarde verwacht.

De effecten in de IJsseldelta zijn vergelijk met het landschapstype rivierengebied. De oeverwallen zijn daarbij het meest waardevol en kwetsbaar. In de grote open ruimtes zullen de productielocaties van veraf zichtbaar zijn en zijn vaak meerdere tegelijk te zien. Onderbreking van de continuïteit van recreatieve verbindingen kan leiden tot verstoring van de recreatieve toegankelijkheid. Vanwege de grootschaligheid worden voor het agrarisch gebruik weinig effecten verwacht.

15.7.8 ZEEUWSE EN ZUID-HOLLANDSE EILANDEN

In Tabel 15.33 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Deze beoordeling heeft dezelfde onderbouwing als paragraaf 15.3.8, aangezien het landschapstype Zeekleigebied overeenkomt met het deelgebied Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Eemsdelta patroon opslibbing, verspreide bebouwing Waardevolle restanten (kreken, dijken) Invloed verstelijking Zuidvleugel
Belevingswaarde	Open gebieden vormen ruimtelijke eenheid Herkenbaarheid samenhang polders (eenheid) Aantasting duisternis
Gebruikswaarde	Grootschalige landbouw neutraal
Toekomstwaarde	Toekomstige waterveiligheid, zoute kwel Cumulatie windenergie

Tabel 15.33 Effectbeschrijving en –beoordeling Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden

15.7.9 ZUIDVLEUGEL

In Tabel 15.34 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Hoge waarde landschappelijke en historische relicten in stedelijke context
Belevingswaarde	Zichtbare geschiedenis door meer mensen beleefd
Gebruikswaarde	Recreatieve functies, uitloopgebied Zuidvleugel
Toekomstwaarde	Toekomstig ruimtegebruik, druk op ruimte Verzilting via waterhuishouding

Tabel 15.34 Effectbeschrijving en –beoordeling Zuidvleugel

Het dilemma van het deelgebied Zuidvleugel is dat het landschap door de verstedelijking verre van gaaf is, maar dat juist daardoor de restanten zeer waardevolle historische relicten en groene uitloopgebieden voor het verstedelijkte gebied vormen. Vanwege het grote belang van de aanwezige waarden en recreatief gebruik is wel sprake van een negatief effect.
Het effect ten aanzien van de toekomstwaarde zal iets meer beperkt zijn. Wel zal schaliegaswinning eventuele verdere verstedelijking in meer of mindere mate tegenhouden. Dit beperkt de ontwikkelingsmogelijkheden van het landschap (negatief effect), maar het tegengaan van verdere verstedelijking kan hier ook als positief uitgelegd worden. Er zijn ook mogelijke effecten ten aanzien wat waterbergingsopgaves, waardoor het totale effect beperkt negatief is beoordeeld.

15.7.10 KUSTZONE

In Tabel 15.35 is een overzicht van de effectbeschrijving en –beoordeling opgenomen. Deze beoordeling heeft dezelfde onderbouwing als paragraaf 15.3.9, aangezien het landschapstype Kustzone overeenkomt met het deelgebied Kustzone.

Aspect	Beknopte beschouwing (samenvatting)
Fysieke aantasting	Aantasting waarden, aardkundig waardevol + reliëf
Belevingswaarde	Beleving reliëf en dynamiek duinen Kleinschalige binnenduinrand Langgerekte smalle strandvlakte (continuïteit, open)
Gebruikswaarde	Strandtoerisme (dag/verblijf) Bollenteelt (toeristische trekpleister)
Toekomstwaarde	Klimaatadaptatie: beperken natuurlijke dynamiek Niet in zeewering

Tabel 15.35 Effectbeschrijving en –beoordeling Kustzone

15.8 EFFECTBESCHRIJVING EN - BEOORDELING DEELGEBIEDEN IN GEVAL VAN CALAMITEITEN

15.8.1 ALGEMEEN

Het effect in geval van calamiteiten per deelgebied is voor een groot aantal gebieden gelijk aan wat benoemd is op het niveau van de landschapstypen (paragraaf 15.4). Bij deze deelgebieden wordt dan ook verwezen naar het betreffende landschapstype.

15.8.2 ZUID-LIMBURG

Zie bij landschapstype Heuvelland (paragraaf 15.4).

15.8.3 NOORD-BRABANT / NOORD-LIMBURG

Zie bij landschapstype Zandgebied (paragraaf 15.4).

15.8.4 OOST-NEDERLAND

Zie bij landschapstype Zandgebied (paragraaf 15.4).

15.8.5 NOORD-NEDERLAND

Gezien de hoge waarde en het vaak kleinschalige karakter van deel A, zal het effect in geval van calamiteiten hier al snel een nog verdere aantasting en verslechtering betekenen.
In deel B, is vooral het beekdal van de Ruiten Aa kwetsbaar. Bij de locatiekeuze kan dit gebied worden ontzien, waarna het door een calamiteit alsnog getroffen kan worden.
Deel C is wat betreft kwetsbaarheid voor een calamiteit vergelijkbaar met het landschapstype Zeekleigebied, al zou het effect, vanwege het beperkt voorkomen van landschappelijke elementen, mogelijk wat beperkter kunnen zijn.

15.8.6 GROENE HART

Het effect in geval van calamiteiten zal afhankelijk zijn van de specifieke kenmerken van gebieden binnen het Groene Hart. Gezien de hoge waarde van grote delen van het Groene Hart, zullen de effecten in die delen al snel ernstig kunnen zijn, maar dit geldt dus niet overal.

15.8.7 LAAG HOLLAND

Gezien de hoge waarde van deelgebied Laag Holland, zal het effect in geval van calamiteiten al snel een nog verdere aantasting en verslechtering betekenen.

15.8.8 FLEVOLAND

Gezien de grootschaligheid van het gebied en beperkt aanwezige waarden, zullen effecten bij calamiteiten nog wat beperkter zijn, dan bij het landschapstype Droogmakerijen.

15.8.9 ZEEUWSE EN ZUID-HOLLANDSE EILANDEN

Zie bij landschapstype Zeekleigebied (paragraaf 15.4).

15.8.10 ZUIDVLEUGEL

Een calamiteit kan grote effecten hebben op de laatste – en daarmee waardevolle – landschappelijke gebieden in het verstedelijkte gebied van de Zuidvleugel. Ze zouden bij een goede inpassing wel ontzien kunnen worden, maar alsnog gevolgen kunnen ondervinden door de calamiteit. Voor grote aantallen stedelijke recreanten zou dit een flinke achteruitgang van hun leefomgeving kunnen betekenen.

15.8.11 KUSTZONE

Zie bij landschapstype Zeekleigebied (paragraaf 15.4).

15.9 EFFECTVERGELIJKING DEELGEBIEDEN

In Tabel 15.36 zijn de effectbeoordelingen voor de deelgebieden op een rij gezet. Na de tabel worden de deelgebieden per aspect vergeleken.

Beoordelingscriteria		Fysieke aantasting	Belevingswaarde	Gebruikswaarde	Toekomstwaarde
Zuid-Limburg		Negatief	Negatief	Negatief	Beperkt negatief
Noord-Brabant/ Noord-Limburg	A	Negatief	Negatief	Beperkt negatief	Neutraal
	B	Negatief	Negatief	Negatief	Neutraal
	C	Negatief	Negatief	Beperkt negatief	Negatief
Oost-Nederland		Negatief	Negatief	Beperkt negatief	Neutraal
Noord-Nederland	A	Negatief	Beperkt negatief	Negatief	Beperkt negatief
	B	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief
	C	Beperkt negatief	Beperkt negatief	Neutraal	Neutraal
Groene Hart		Negatief	Negatief	Beperkt negatief	Negatief
Laag Holland		Negatief	Negatief	Beperkt negatief	Negatief
Flevoland		Beperkt negatief	Beperkt negatief	Neutraal	Beperkt negatief
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden		Beperkt negatief	Beperkt negatief	Neutraal	Beperkt negatief
Zuidvleugel		Negatief	Negatief	Beperkt negatief	Beperkt negatief
Kustzone		Negatief	Negatief	Negatief	Negatief

Tabel 15.36 Vergelijking effectbeoordeling deelgebieden

De belangrijkste verschillen in de effectbeoordeling tussen de deelgebieden zijn:

- De deelgebieden Zuid-Limburg, Groene Hart, Laag Holland en Kustzone zijn op meerdere criteria negatief beoordeeld, vooral door de hoge waardering van het landschap in deze gebieden.
- De deelgebieden Zuid-Limburg, Groene Hart, Noord-Brabant/Noord-Limburg, Oost-Nederland, Groene Hart, Laag-Holland, Zuidvleugel en Kustzone zijn op fysieke aantasting en belevingswaarde negatief beoordeeld. Door de grote verscheidenheid aan landschapstypen binnen deze deelgebieden zijn deze, gemiddeld genomen, negatief beoordeeld.
- In Noord-Nederland verschilt de beoordeling per deelgebied: deelgebied A Wieden-Weerribben / Noordelijke Friese Wouden is kwetsbaar vanwege de landschappelijke kwaliteiten en recreatief gebruik. Deelgebied B Veenkoloniën is door de specifieke ontginningsstructuur kwetsbaar, terwijl in het deelgebied C Eemshaven de minste effecten worden voorzien.
- Voor Noord-Brabant / Noord-Limburg, Oost-Nederland, Noord-Nederland, Laag-Holland, Groene Hart en voor Zuidvleugel gelden beperkt negatieve effecten op de recreatieve gebruikswaarde.
- In Noord-Brabant/Noord-Limburg en Oost-Nederland verschilt het beeld per deelgebied; het landschap is kwetsbaar voor ingrepen, maar de gebruikswaarde verschilt. Vooral het deelgebied B Noord-Brabant met het Groene Woud is belangrijk als recreatief uitloopgebied voor de omliggende steden. In de andere deelgebieden is het effect op gebruikswaarde beperkt negatief.
- Voor Groene Hart, Laag-Holland en Kustzone geldt een negatief effect op toekomstwaarde, vooral door beperking van klimaatbestendigheid van deze gebieden.
- De minste effecten worden voorzien in Flevoland en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. De gevoeligheid van het grootschalige en moderne productielandschap in Flevoland voor schaliegaswinning is naar verwachting beperkt. Ook in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Eilanden zijn er relatief minder effecten voor fysieke aantasting en belevingswaarde te verwachten. Het effect op de recreatieve gebruikswaarde is neutraal beoordeeld.

15.10 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

De deelgebieden Oost-Nederland en Noord-Nederland grenzen aan Duitsland. De deelgebieden Noord-Brabant / Noord-Limburg en Zuid-Limburg grenzen zowel aan zowel Duitsland als België.

Fysieke aantasting doet zich vooral voor in de directe omgeving van de productielocaties. Landschappelijk en cultuurhistorisch waardevolle elementen zoals (grensoverschrijdende) rivieren en beekdalen en patronen kunnen aangetast worden. Dit kan een effect hebben op de ruimtelijke samenhang van deze elementen en patronen over de grens. Grensoverschrijdende effecten door fysieke aantasting zijn naar verwachting beperkt.

Grensoverschrijdende effecten kunnen optreden door zichtbaarheid van de productielocaties, vooral door de hoogte van de boortoren. Dit effect kan zich voordoen in open landschappen, zoals de Veenkoloniën (gebied B) en Eemshaven (gebied C) in Noord-Nederland. In het deelgebied Zuid-Limburg kan dit effect zich voordoen wanneer de boortorens op een hoger gelegen plateau staan. De boortorens zijn op afstand zichtbaar, als landmarks in de omgeving. In het grensgebied in Duitsland bevinden zich enkele grotere windparken. Mogelijk treedt interferentie van de boortorens met andere (hoge) opgaande elementen op, zoals windmolens.

Het is dus niet uit te sluiten dat een schaliegaswinning in de buurt van de Belgische of Duitse grens effecten heeft op Belgisch of Duits grondgebied. Het effect zal naar verwachting beperkt blijven door de afstand. Grensoverschrijdende effecten zijn bij de overige deelgebieden niet te verwachten door de grotere afstand tot de grens. Voor schaliegaswinningen in de buurt van de grens gelden dezelfde mogelijkheden voor mitigerende maatregelen als voor schaliegaswinning in Nederland (zie paragraaf 15.13).

15.11 CUMULATIE

Cumulatie in tijd, is relevant ten aanzien van de belevingswaarde. Dit geldt zeker voor de periode dat de boortorens aanwezig zijn (fase boren). Vindt het boren gelijktijdig plaats of worden meerdere voorbeeldwinningen tegelijkertijd gerealiseerd, dan is sprake van een periode, waarbij meerdere boortorens in het landschap te zien zijn. Het effect op belevingswaarde is groot maar wel van korte duur. Vindt het boren juist volgtijdelijk plaats, dan is er sprake van een lange periode. De invloed is beperkt, maar wordt wel over een langere periode uitgespreid. Het duurt dan langer voordat de boortorens daadwerkelijk uit het landschap verdwenen zijn.

Cumulatie in ruimte is zeer relevant voor de beoordeling van ruimtelijke kwaliteit. Meerdere winningen gaan gepaard met een groter totaal ruimtebeslag in een gebied, wat als gevolg heeft dat de kans op aantasting van landschappelijke en cultuurhistorische waarden vergroot wordt.
In dit planMER zijn twee scenario's onderscheiden: geconcentreerd en verspreid, deze zijn in deel A van dit planMER toegelicht. In het geconcentreerde scenario vinden meerdere (voorbeeld-) winningen in elkaars nabijheid plaats. In het verspreide scenario worden deze op grotere onderlinge afstand plaats. Hierbij is voor ruimtelijke kwaliteit niet onderscheidend of dit binnen een deelgebied of tussen verschillende deelgebieden plaats vindt. Omdat binnen de deelgebieden meerdere landschapstypen voorkomen, is deze invloed vergelijkbaar met cumulatie binnen een deelgebied.

De gevoeligheid van een landschapstype of deelgebied verandert in principe niet door cumulatie. Het effect wordt wel groter en verschilt per scenario. Op voorhand is echter niet eenvoudig te duiden met welke toename sprake is van een groter effect dan nu is beoordeeld; dit hangt af van de context en verschilt per landschapstype of deelgebied.
In algemene zin vindt fysieke aantasting in het geconcentreerde scenario geconcentreerd plaats. De effecten op aanwezige waarden zijn daarbij groter binnen een beperkt gebied. In het verspreide scenario zijn de effecten juist verspreid over een groter gebied. Hierdoor kan nivellering van de kwaliteit van een gebied als geheel optreden.
Voor belevingswaarde is het risico op interferentie met andere (hoge) opgaande elementen groter bij het geconcentreerde scenario. Meerdere boortorens van verschillende winningen zijn dan tegelijkertijd te zien. Het risico hierop is kleiner bij het verspreide scenario door de afname van de zichtbaarheid met de groter afstand.
Op vergelijkbare wijze toekomstwaarde: in het geconcentreerde scenario neemt de (ruimtelijke) aanpasbaarheid voor toekomstige ontwikkelingen in een specifiek gebied sterk af. In een intensief gebruikt gebied is de kans groter dat hier een kritische grens wordt bereikt. In het verspreide scenario geldt dit voor een groter gebied, waardoor er meer uitwijk mogelijkheden zijn deze aanpassingen in andere delen van het deelgebied te doen.

15.12 GEVOELIGHEIDSANALYSE

Voor het bepalen van de effecten van schaliegaswinning is gebruik gemaakt van een voorbeeldwinning. In de praktijk zal een schaliegaswinning (op onderdelen) afwijken van de voorbeeldwinning. De effecten zullen mogelijk ook anders zijn. De gevoeligheidsanalyse brengt in beeld hoe robuust de resultaten uit de effectbeoordeling zijn.

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
Omvang productielocaties	100 x 150 meter	Een grotere omvang zal een groter effect hebben op alle aspecten. Dit effect zal naar verwachting bij grootschalige open landschappen echter beperkt zijn ten opzichte van het initiële effect, zelfs bij een verdubbeling in oppervlak. Dit effect zal naar verwachting bij kleinschalige besloten landschapstypen groter zijn. De beoordeling van de effecten per landschapstype en deelgebieden zal daardoor wijzigen. Het omgekeerde geldt bij een kleinere omvang van de productielocaties.
Hoogte boortoren(s)	40 meter	Een hogere boortoren dan in de voorbeeldwinning heeft een groter effect op zichtbaarheid, maar dit is ten opzichte van het initiële effect beperkt. De invloed van de hoogte van de boortoren op de effectbeoordeling wordt mede beperkt door de tijdelijkheid van de installatie. Een fors lagere hoogte (minder dan 20 meter) is wel relevant, omdat de boortoren dan kan verdwijnen achter opgaande beplanting (bomen).
Verlichting productielocaties	Vooral tijdens de fase boren en fracken is uit veiligheidsoverwegingen verlichting aanwezig	Verlichting heeft gevolgen voor de effecten op belevingswaarde. Meer verlichting tijdens het boren en fracken heeft een negatief effect op de belevingswaarde.
Dichtheid productielocaties (onderlinge afstand)	Aangenomen is dat de afstand tussen productielocaties en de gasbehandelingsinstallatie maximaal 5 km is (Halliburton, 2011).	Vooralsnog wordt uitgegaan van een ideale winning, met ideale afstanden. Dit betekent een relatief compacte opzet. In de praktijk zal de winning door ondergrondse- en bovengrondse omstandigheden anders zijn. Zo kan het aantal productielocaties over een groter gebied verspreid worden. Ook hier zal het effect per landschapstype verschillen. In het algemeen kan wel worden gesteld dat de invloed over een groter gebied wordt verspreid, maar dat (mede daardoor) de invloed gemiddeld iets minder intensief zal zijn. Echter mag ook verwacht worden dat er meer infrastructuur nodig zal zijn, wat weer voor aanvullende effecten zorgt. Voor het beoordelingscriterium fysieke aantasting geldt dat de aanwezigheid van landschappelijke en cultuurhistorische waarden bepalend is voor aantasting. Het hangt dus vooral af van de referentiesituatie in welke mate een effect optreedt.
Transportwijze	Buisleidingen (ondergronds), voor 13 productielocaties is min. 65 km aan leidingen nodig (13 x 5 km).	Een andere transportwijze dan in de voorbeeldwinning heeft gevolgen voor de effecten en beoordeling. Bovengrondse aanleg van in plaats van ondergrondse buisleidingen vergroot de zichtbaarheid van de infrastructuur en beperkt gebruiksmogelijkheden voor recreatie en landbouw.
Duur van de winning (tijdelijkheid)	Zie Fasering	Tijdelijkheid heeft invloed op de beoordeling. Dit geldt in het bijzonder voor fasen met veel activiteit, zoals boren en fracken. Een kortere periode is over het algemeen gunstig voor de effecten op belevings- en gebruikswaarde.

Tabel 15.37 Gevoeligheidsanalyse uitgangspunten voorbeeldwinning

Schalieolie
In Bijlage 5 zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven. Op hoofdlijnen is er een beperkt aantal verschillen. Schalieolie moet naar het oppervlak gepompt worden en gas stroomt naar het oppervlak. De behandelingsinstallatie van olie wijkt af van die van gas en de afstand van de behandelingsinstallatie naar het transportnetwerk of een afnamepunt zal bij olie gemiddeld groter zijn dan bij gas. Deze verschillen zijn naar verwachting niet van invloed op de effectbeoordeling voor de thema's ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie. De analyse en beoordeling uit dit hoofdstuk zijn dus ook van toepassing op de winning van schalieolie.

15.13 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

Ontwerpend onderzoek voor specifieke gebieden
Een inherent probleem van onderzoek naar ruimtelijke kwaliteit, landschap en cultuurhistorie in een planMER is dat deze is gebaseerd op verwachtingen en aannames voor grote gebieden. Uiteindelijk zal bij vervolgprocedures voor locatie- en inrichtingskeuzes een nadere verkenning voor een specifiek gebied of locatie moeten worden uitgevoerd.

Landschappelijke en cultuurhistorische waarden kunnen worden beschermd door de gebieden waar deze waarden zich bevinden onaangetast te laten. Een aantal landschappen is dusdanig kwetsbaar qua fysieke aantasting en belevingswaarde en heeft een dusdanige wettelijke en beleidsmatige waardering en status dat inpassing van een complex van productielocaties niet realistisch is. Dit geldt in het bijzonder voor de statusgebieden Werelderfgoed en de Nationale Landschappen.

Een aantal gebieden kan het complex van productielocaties dragen als daar een ruimtelijk ontwerp voor gemaakt wordt op de schaal van het complex en het deelgebied als geheel. Uitgangspunt in de voorbeeldwinning is een willekeurige ruimtelijke spreiding van de productielocaties. In de praktijk zal deze spreiding niet willekeurig zijn. Dit moet nader verkend worden in de uitwerking van schaliegaswinning voor specifieke gebieden (gebiedsgericht).
Ontwerpend onderzoek kan daarbij een zinnige methode zijn. Door middel van ontwerpend onderzoek kan beoordeeld worden of de voorbeeldwinning inpasbaar is in de structuur van het landschap in een specifiek gebied. Hierbij dient tevens de omvang en ruimtelijke spreiding van de productielocaties en bijbehorende infrastructuur in beschouwing genomen te worden.
Aandachtspunt hierbij is op het schaalniveau van een gebied verschillende productielocaties in onderlinge samenhang te bekijken. Deze gebieden zijn nu nog niet bekend en daarom zijn er in dit planMER verder geen specifieke voorwaarden aan te verbinden.

Maatregelen om effecten te beperken
Voor alle aspecten en alle landschapstypen geldt dat, hoe beperkter de omvang, duur en zichtbaarheid van de productielocatie, hoe beperkter de effecten zijn. Hetzelfde geldt voor het aantal en de ruimtelijke spreiding van de productielocaties. Voor alle aspecten geldt ook dat door middel van een zorgvuldige inpassing de daadwerkelijke effecten beperkt kunnen worden.

Het effect op fysieke aantasting kan beperkt worden door:
- Bij aanleg zoveel mogelijk handhaven van (landschaps-) elementen en patronen;
- Bij aanleg van ondergrondse infrastructuur (buisleidingen) zoveel mogelijk behouden van aardkundige waarden (tracékeuze) of beperken van doorsnijding door het verkleinen / beperken van het oppervlak van de productielocatie;
- Herplant om gaten in landschappelijke elementen te herstellen na aanleg;

- Als er sprake is van boscompensatie kan deze - bij voorkeur - worden gevonden in het gebied zelf. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de karakteristieken van het betreffende gebied.

Eveneens is het voor alle landschapstypen relevant, dat na de activiteit, het grondgebruik en de aanwezige patronen (waaronder beplanting) en elementen worden hersteld. De mogelijkheden hiervoor verschillen per landschapstype en deelgebied. Zoals aangegeven zijn bij het landschapstype Laagveengebied, naar verwachting aanvullende maatregelen nodig voor herstel.

Het effect op belevingswaarde kan beperkt worden door het beperken van de hoogte en zichtbaarheid van de boortoren en andere installaties/voorzieningen. Verstoring door verlichting (direct en indirect) kan beperkt worden door keuze van het type verlichting en een goede afscherming. Met het beperken van de verlichting vermindert de zichtbaarheid in het donker.

Zorgvuldige inpassing, gebruik makend van bestaande landschappelijke patronen en elementen, betekent ook dat de belevingswaarde beter gewaarborgd is. Bij kleinschalige en besloten landschappen (zoals het Zandgebied) is dit eenvoudiger, dan in grootschalige en open landschappen (zoals het Laagveengebied, Zeekleigebied en de Veenkoloniën). In grootschalige en open landschappen zal eerst sprake moeten zijn van een zorgvuldige positionering (locatiekeuze). Hierbij is de onderlinge zichtrelatie tussen meerdere productielocaties relevant. Een ruimtelijk model zou in dat geval onderdeel moeten zijn van de uitwerking van de locatiekeuze op een lager schaalniveau.

Het effect op belevingswaarde kan verder beperkt worden door aanvullende inpassingsmaatregelen te nemen voor de productielocaties. Hierbij kunnen verschillende strategieën gevolg worden, variërend van het verbergen of camoufleren tot het benadrukken van productielocaties. De keuze voor een bepaalde strategie is afhankelijk van het landschapstype of deelgebied. Deze keuze moet bij de locatie van concrete initiatieven op inpassingniveau gemaakt worden.

Mogelijke maatregelen per strategie zijn:
- Het verbergen (inpakken) van de productielocaties door middel van groen (hagen, begroeide hekwerken/schermen, groene/begroeide wallen, et cetera). Bomen zullen weinig toegevoegde waarde hebben; het duurt immers te lang voordat bomen groot genoeg zijn om een boortoren af te schermen. Bomen zullen pas volgroeid zijn na het boren en voor de inpassing van de productielocaties zelf is dit niet nodig. In open landschappen kan het inpakken ook sterk contrasteren met het landschap. Deze maatregelen zouden dan alleen van toepassing moeten zijn voor de periode dat er daadwerkelijk hogere elementen op het terrein staan, die aan het zicht onttrokken moeten worden;
- Het verbergen door het verlagen van de locatie is ook denkbaar, maar heeft in veel gevallen weer negatieve effecten op de ondergrond (aantasting archeologische en aardkundige waarden, et cetera) en is niet overal mogelijk vanwege de waterhuishouding;
- Het camoufleren van de productielocaties, door een niet te opvallende bouwwijze, materialen, kleuren, et cetera in aansluiting op gebiedseigen elementen, zoals boerenerven in de omgeving;
- Het benadrukken van de productielocaties, door een uitzonderlijke, aantrekkelijke architectonische vormgeving: de productielocaties als (tijdelijke) landschapskunst. Wellicht zou dit ten aanzien van recreatie bij het aspect gebruikswaarde zelfs een positief effect kunnen hebben;
- Beplanting in de omgeving om zicht op de productielocatie te onderbreken en het landschap in de omgeving van productielocaties te versterken.

Effecten ten aanzien van de gebruikswaarde kunnen vooral beperkt worden door een zorgvuldige locatiekeuze en positionering. Versnippering van agrarische kavels en doorsnijding van recreatieve verbindingen kan op deze manier beperkt of misschien wel vermeden worden.

Ten aanzien van de gebruikswaarde is het voor alle landschapstypen relevant te bekijken hoe nieuwe wegen (bovengrondse infrastructuur) kunnen bijdragen aan een betere ontsluiting van bijvoorbeeld het landelijk gebied ten behoeve van landbouw en recreatie. Dit zou zelfs een meerwaarde voor gebruikswaarde op kunnen leveren.
De beïnvloeding van belevingswaarde en (recreatieve) gebruikswaarde kan nader uitgewerkt worden door het uitvoeren van (kwalitatief) onderzoek naar recreatief gebruik van een specifiek gebied.

De toekomstwaarde wordt zelden beschouwd bij een ruimtelijke ontwikkeling. Toch zijn maatregelen denkbaar waardoor beïnvloeding van landschapsvormende processen kan worden voorkomen.
Dit geldt ook ten aanzien van het open houden van gebieden voor toekomstige ontwikkelingen, bijvoorbeeld ten aanzien van mogelijke opgaven voor waterberging en klimaatadaptatie.

15.14 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Er zijn geen leemten in kennis bij de beschrijving van de toestand in de autonome ontwikkeling.
Bij de beschrijving van de effecten van de voorgenomen activiteit zijn mogelijk leemten in kennis aanwezig, deze zijn hieronder toegelicht. Tevens is een aanzet voor een evaluatieprogramma gegeven.

De winning van schaliegas in Nederland is een nieuwe activiteit. Het is daarom nog niet bekend hoe een toekomstige winning er uit ziet. Evenmin is bekend welke variatie in de omvang en spreiding van productielocaties en gasbehandelingsinstallaties en de bijbehorende (boven- en ondergrondse) infrastructuur optreedt. Dit is van belang voor de effectbeoordeling in dit planMER, zoals aangegeven in de gevoeligheidsanalyse (zie paragraaf 15.12).

In de verdere planvorming ten behoeve van locatie- en inrichtingskeuzes dient de landschappelijke inpassing van de schaliegaswinning verder bepaald te worden, zowel voor afzonderlijke productielocaties als verschillende productielocaties in onderlinge samenhang. Een ruimtelijk model zou in dat geval onderdeel moeten zijn van de uitwerking van de locatiekeuze op een lager schaalniveau.
Aandachtspunten voor verdere planvorming en kwaliteitsborging zijn hiervoor beschreven (zie paragraaf 15.13).

Monitoring van fysieke aantasting kan plaats vinden door meetgegevens (observatie en registratie) te vergelijken met een systematische nulmeting van waardevolle landschappelijke en cultuurhistorische elementen en patronen (o.a. inventarisatie aanwezige beplantingen, verkaveling en watergangen).
Monitoring van beïnvloeding belevingswaarde kan plaats vinden door meetgegevens van lichtvervuiling (op maaiveld en op basis van satellietbeelden) te deze te vergelijken met een nulmeting van ‘donkerte’ in een specifiek gebied.

Het is niet altijd duidelijk of de productielocaties en infrastructuur na winning ook daadwerkelijk geheel verwijderd kunnen en zullen worden. Dit is wel een uitgangspunt in de voorbeeldwinning. Zoals aangegeven wordt dit bij het landschapstype Laagveengebied als onwaarschijnlijk voorgesteld in verband met de bodemopbouw. In de verdere planvorming dienen de mogelijkheden voor het herstel van het landschap en herstel van de (veen-) bodem na winning verkend te worden.

De geconstateerde leemten in kennis leiden niet tot het ontbreken van essentiële milieu-informatie die de besluitvorming in het kader van de Structuurvisie in de weg staat. De voorgestelde aandachtspunten kunnen onzekerheden voor aannames wegnemen door monitoring en evaluatie. Tevens kan op deze wijze worden beoordeeld of de aard en omvang van de verwachte effecten optreedt.

16 Archeologie

In dit hoofdstuk zijn de effecten op het thema (en aspect) archeologie beschreven. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd:

- *Beschrijving referentiesituatie (paragraaf 16.1)*
- *Beschrijving toetsingskader (paragraaf 16.2)*
- *Effectbeschrijving (paragraaf 16.3)*
- *Effectbeschrijving en –beoordeling per deelgebied (paragraaf 16.3.2)*
- *Effectvergelijking landschapstypen en deelgebieden (paragraaf 16.3.3)*
- *Grensoverschrijdende effecten (paragraaf 16.4)*
- *Cumulatie (paragraaf 16.5)*
- *Gevoeligheidsanalyse (paragraaf 16.6)*
- *Aandachtspunten voor verdere planvorming (paragraaf 16.7)*
- *Leemten in kennis en aanzet evaluatieprogramma (paragraaf 16.8)*

16.1 BESCHRIJVING REFERENTIESITUATIE

Voor het thema (en aspect) archeologie heeft de effectbeoordeling plaatsgevonden op het niveau van landschapstypen. Vervolgens zijn deze naar de verschillende deelgebieden vertaald. Onderstaand is per landschapstype een beknopte beschrijving van de referentiesituatie gegeven. Per landschapstype is telkens aangeduid voor welk deelgebied de beschrijving van toepassing is. In paragraaf 16.2.2 is aangegeven welke broninformatie voor de effectbeoordeling en –beschrijving is gebruikt.

16.1.1 DROOGMAKERIJEN (NOORD-NEDERLAND / GROENE HART / LAAG HOLLAND / FLEVOLAND)

Archeologische waarden zijn te verwachten van het Paleolithicum tot en met het Neolithicum in het zandpakket onder het nu afgegraven veen. Dit zandpakket ligt nu onder een laag klei, soms bijna aan de oppervlakte maar kan zich ook tot circa acht meter onder maaiveld bevinden. Archeologische resten bestaan bijvoorbeeld uit houtskoolconcentraties van haardvuren van jachtkampen en vuursteenconcentraties van bewerking van vuursteen tot werktuigen. In het Neolithicum zijn ook aardewerk en boerderijplaatsen te verwachten. Na het Neolithicum stijgt de waterspiegel en wordt klei afgezet en begint veengroei. Bewoning in de IJzertijd en Romeinse Tijd zal zich hebben geconcentreerd op de hogere delen in het landschap soms door gebruik van verhoogde huisplaatsen, terpen. In de Middeleeuwen wordt door middel van droogmakerijen de waterspiegel verlaagd waardoor het veen kon worden ontgonnen. Uit deze periode zijn sporen van archeologische waarden te verwachten van de ontginning zelf zoals molens, sloten et cetera, maar ook als archeologisch ontginningslandschap in zijn geheel.

16.1.2 HEUVELLAND (ZUID-LIMBURG)

De bewoningsgeschiedenis van dit landschap is zeer lang van het Midden Paleolithicum tot en met de Nieuwe Tijd. De afwisseling tussen rivierdalen, beekdalen, droogdalen, hoge terrassen van de maas en de vruchtbare Löss maken het een aantrekkelijke plek voor menselijke aanwezigheid uit alle perioden. De oudste Neanderthaler werktuigen van Nederland zijn hier gevonden en de vroege landbouw van de

Bandkeramische cultuur ontstond op de Löss. Later behoorde het tot het Romeinse Rijk. Maastricht was bijvoorbeeld een oude legerplaats van de Romeinen. Daarnaast zijn villa’s, wachttorens oude wegen etc. aanwezig. Uit de Middeleeuwen zijn talloze kerken, kastelen, boerderijen en watermolens aanwezig vaak aangemerkt als monument. Archeologische resten zijn tot meters diep te verwachten.

16.1.3 VEENKOLONIËN (NOORD-BRABANT / NOORD-LIMBURG / NOORD-NEDERLAND)

Net als bij het laagveen kan onder het hoogveen microreliëf aanwezig zijn met zandkopjes. Hier worden archeologische waarden uit de Steentijd verwacht. In de daarop volgende periode is het gebied te nat voor bewoning maar kunnen wel veenwegen van hout en rituele deposities zoals vuurstenen- en later bronzen/ijzeren bijlen en sieraden worden aangetroffen. In de Middeleeuwen begint men met het ontwateren en afgraven van het veen.

16.1.4 KUSTZONE

Van oudsher - in ieder geval vanaf het Neolithicum - lopen daar de hoofdwegen en routes parallel langs de kust. De delta’s zijn weliswaar waterscheidingen, maar de doorlopende routes veronderstellen doorwaadbare plaatsen, waarmee contact langs de gehele kustlijn verondersteld mag worden. Waar en hoe is grotendeels onduidelijk. In de periode van de Late IJzertijd tot circa 270 na Chr. was de kuststrook bevolkt met akkertjes op de duinen. De strandwallen zijn door de tijd continu bewoond en gebruikt. Het einde van de Romeinse tijd laat zich in het gehele kustgebied kenmerken door een bevolkingsafname en deels een migratie uit de klei en veengebieden naar de strandwallen. In de duinen kunnen resten van bewoning worden verwacht uit alle perioden.
In de Middeleeuwen vestigt men zich met name op de achterliggende strandwallen. Vindplaatsen zijn steeds weer overstoven in de duinen en op die manier mogelijk goed geconserveerd. De oudste Paleolithische vondsten kunnen tot 18 meter beneden maaiveld aanwezig zijn.

16.1.5 LAAGVEENGEBIED (NOORD-NEDERLAND / GROENE HART / LAAG HOLLAND)

In de periode vóór de veenvorming werd er vanuit kleine kampjes op hoog gelegen zandkoppen gejaagd op wild en voedsel verzameld. Archeologische resten uit die tijd bestaan onder andere uit haardkuilen en vuurstenen werktuigen en afslagen van vuursteenbewerking.
In de periode Bronstijd tot en met de Vroege Middeleeuwen is het laagveen gebied waarschijnlijk te nat geweest voor bewoning. Wel werden offergaven in het veen gegooid zoals bijlen, sieraden maar ook mensen.

Gedurende de veenontginningen (vanaf de Late Middeleeuwen) werden ontginningssloten langgerekte percelen aangelegd. Tijdens het turfsteken schoven de ontginningsassen steeds verder op en werd het landschap door middel van kanalen en wijken ontwaterd. Nederzettingen uit deze periode werden op deze assen gesticht de zogenaamde ontginningsassen die later uitgroeiden tot de huidige lintdorpen. In de drassige gebieden kon ook sprake zijn van kunstmatige ophogingen (veenterpen).

16.1.6 RIVIERENGEBIED (NOORD-BRABANT / NOORD-LIMBURG / OOST-NEDERLAND / NOORD-NEDERLAND / GROENE HART)

De ondergrond van het rivierkleigebied bestaat voornamelijk uit pleistocene afzettingen uit het Weichselien, afgedekt door holocene afzettingen van rivieren die vanuit het zuiden en het oosten afwaterden in de Noordzee. Een uitzondering zijn de zandduinen (donken) die in het Weichselien uit fossiele rivierbeddingen opwaaiden en her en der boven de holocene afzettingen uitsteken. Hierop zijn jachtkampen uit het Paleolithicum en Mesolithicum aanwezig op de rivierduinen. Ook de daarop volgende perioden zijn de hoger gelegen delen in het landschap zoals de rivierduinen, stroomruggen, oeverwallen en getijdengeulen favoriete vestigingsplaatsen voor de mens. In de Bronstijd zijn oude rivieroevers en crevasseafzettingen goede plaatsen om akkers te bebouwen en vee te weiden.
In de Vroege Middeleeuwen overslibte grote delen van het rivierengebied met klei waarin in later perioden de rivier weer zijn weg zocht. In de volle Middeleeuwen werden de meeste rivieren bedijkt en ontstonden permanente nederzettingen. Archeologische waarden kunnen door de opstapeling van sediment goed bewaard zijn en tot zeer diep in de ondergrond aanwezig.

16.1.7 ZANDGEBIED (NOORD-BRABANT / NOORD-LIMBURG / OOST-NEDERLAND / NOORD-NEDERLAND / FLEVOLAND)

De hoger gelegen delen van het landschap waren favoriete vestigingslocaties voor de mens van Paleolithicum tot en met de Nieuwe tijd. In de Midden Steentijd of Mesolithicum is het gebied met uitzondering van de beekdalen zwaar bebost. De bewoning concentreert zich dan op zandkopjes in het beekdal in de nabijheid van water en voedsel. Met de intrede van de landbouw wordt veel bos gekapt en verschuift de bewoning naar de flanken en hogere delen in het landschap.
In de IJzertijd doen de raatakkers hun intrede. Veldjes werden van takken en stenen ontruimd en aan de kant gelegd. Op deze manier ontstonden de karakteristieke honingraat akkers. In de Middeleeuwen begint men met het stelselmatig opbrengen van mest en plaggen om de vruchtbaarheid van de bodem te versterken. Het afdekkende plaggendek zorgt voor een conserverende werking van archeologische resten uit de perioden ervoor. In de perioden erna wordt het landschap verder ontgonnen wat tot de dorpen en steden leidde. Veel van deze plaatsen zijn nu beschermde monumenten.

16.1.8 ZEEKLEIGEBIED (NOORD-NEDERLAND / GROENE HART / ZEEUWSE EN ZUID-HOLLANDSE EILANDEN / ZUIDVLEUGEL)

Aan het begin van het Holoceen lag de Pleistocene grond aan de oppervlakte. Hier zijn resten uit de Steentijd op grote diepte te verwachten (circa 18 meter beneden maaiveld). Tijdens het Neolithicum raken deze gebieden bedekt met veen en klei. Na het begin van de jaartelling blijft de veengroei doorgaan maar worden ook delen weggeslagen door inbraken uit de zee en wordt klei afgezet. Vanaf de IJzertijd concentreert bewoning zich in het noorden op de kwelderwallen met de oprichting van terpen. Daarnaast wordt in de Middeleeuwen de droog gevallen getijdengebieden bewoond. Ook hier vindt dan de vorming van dorpen en steden plaats.

16.2 TOETSINGSKADER

Paragraaf 16.2.1 beschrijft de wet- en regelgeving en het beleidskader dat samenhangt met het thema/aspect archeologie. Het gaat daarbij om van kracht zijnde wet- en regelgeving. In paragraaf 16.2.2 zijn deze plannen en wet- en regelgeving vertaald in een beoordelingskader op basis waarvan de effecten op archeologie worden getoetst.

16.2.1 BELEIDSKADER

Wettelijk kader

In Tabel 16.1 is voor het thema/aspect archeologie de relevante wet- en regelgeving die kaderstellend is voor het project schaliegaswinning weergegeven. In de tabel wordt ook ingegaan op de betekenis voor het project. Na de tabel volgt, per wettelijk kader, een toelichting.

Wettelijk kader	Relevantie voor project
Verdrag van Valletta (1992) (Ook wel 'Verdrag van Malta' genoemd)	Het Verdrag van Valletta verplicht lidstaten van de EU op zorgvuldige wijze om te gaan met in de bodem aanwezige archeologische waarden.
Wet op de Archeologische Monumentenzorg (2007) (Wamz, Geïncorporeerd in de Monumentenwet 1988)	De Wamz vormt de implementatie van het Verdrag van Valletta in de Nederlandse wetgeving.

Tabel 16.1 Beleidskader voor archeologie en de relevantie voor het project

Verdrag van Valletta

Het Europese verdrag betreffende de bescherming van het archeologische erfgoed is in 1992 in Valletta (Malta) ondertekend door de ministers van Cultuur van de landen die aangesloten zijn bij de Raad van Europa. Dit verdrag wordt het 'Verdrag van Valletta' genoemd (Ministerie van Buitenlandse Zaken, 1992). Het verdrag van Valletta heeft als doel archeologische waarden in Europa te beschermen als onvervangbaar onderdeel van het culturele erfgoed (artikel 1). Het verdrag van Valletta is voor het project niet zo zeer relevant. De implementatie van het verdrag in de monumentenwet is daarentegen wel relevant.

Het accent van het verdrag ligt op het streven naar het behoud en beheer van archeologische waarden in de bodem en op het zoveel mogelijk beperken van (de noodzaak van) archeologische opgravingen (artikel 2). Het verdrag bepaalt dat archeologische waarden voortaan expliciet bij de besluitvorming over ruimtelijke ingrepen moeten worden meegewogen. Waar mogelijk dienen de archeologische waarden te worden ontzien (behoud in situ). Wanneer bescherming en inpassing van archeologisch waardevolle terreinen niet mogelijk blijkt, zal de historische informatie door middel van archeologisch onderzoek moeten worden veilig gesteld (behoud ex situ). Om deze doelstelling te bereiken, moet het archeologische belang volledig erkend worden in planologische besluitvormingsprocessen (artikel 5).

Initiatiefnemer verantwoordelijk voor onderzoek

De veroorzaker van een bodemverstoring is verantwoordelijk voor het vroegtijdig (laten) uitvoeren van archeologisch onderzoek en de financiering daarvan (het 'verstoorder-betaalt-principe'; artikel 6). Onderzoek moet worden uitgevoerd door deskundigen en worden afgesloten met een schriftelijke wetenschappelijke verslaglegging (artikel 7).

Een informatieplicht is vastgelegd in de vorm van verplichte uitwisseling van informatie en het actueel houden van een databank met archeologische gegevens (artikelen 7 en 8). Het verdrag verplicht ook voorlichting aan het publiek en publiekgerichte ontsluiting van archeologische waarden om bij het publiek meer begrip te ontwikkelen voor het belang van het archeologische erfgoed (artikel 9). De volledige tekst van het verdrag van Valletta is te lezen op de website van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed[43].

[43] (http://www.cultureelerfgoed.nl)

Wet op de Archeologische Monumentenzorg

De invoering van het Verdrag van Valletta in de Nederlandse wetgeving heeft plaatsgevonden door de Monumentenwet 1988 (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 1988) gedeeltelijk te wijzigen door de wijzigingswet: de Wet op de archeologische monumentenzorg (Wamz).

De (herziene) Monumentenwet 1988 bevat de meest relevante bepalingen op het gebied van de archeologie. Doelstelling van deze wet is archeologische waarden waar nodig te beschermen, zonder meer maatschappelijke lasten in het leven te roepen dan strikt noodzakelijk is. Vergeleken met de doelstelling van het Verdrag van Valletta, kent de Monumentenwet 1988 dus een nuancering. Hiermee heeft de wetgever aangegeven, dat de bescherming van archeologie proportioneel dient te zijn. Dit geeft ruimte voor een belangenafweging. De herziene monumentenwetgeving kent een aantal uitgangspunten die veelal aansluiten bij het verdrag van Valletta. De meest relevante zijn als volgt:

- Er zal door alle overheden beleid moet worden geformuleerd en toegepast;
- Archeologische waarden moeten zoveel mogelijk in de bodem bewaard worden (behoud in situ);
- En alleen opgegraven worden als behoud in de bodem niet mogelijk is;
- De relatie tussen archeologie en Ruimtelijke Ordening moet worden versterkt zodat behoud, beheer en ontwikkeling van het bodemarchief onderdeel worden van het planologische besluitvormingsproces;
- Het 'verstoorder-betaalt-principe'; de bodemverstoorders betalen het archeologisch onderzoek (van bureauonderzoek tot opgraving), de uitwerking daarvan (rapportage) en de conservering van de vondsten;
- Omdat het om gezamenlijk/collectief, niet alleen nationaal erfgoed gaat, kunnen alleen overheden eigenaar zijn van het vondstmateriaal en de opgravingsdocumentatie;
- Verbetering van de informatievoorziening over cultureel erfgoed moet er voor zorgen dat het draagvlak voor archeologie wordt vergroot.

Thans stelt de Wet algemene bepaling omgevingsrecht (Wabo) een omgevingsvergunning verplicht voor het bouwen van een bouwwerk[44]. De Monumentenwet bepaalt in samenhang met de Wabo dat aan deze omgevingsvergunning voorschriften kunnen worden verbonden die nodig zijn in het belang van de archeologische monumentenzorg. Op grond van de Monumentenwet kan een rapport van de aanvrager van een omgevingsvergunning verlangd worden waarin de archeologische waarde van het terrein dat volgens de aanvraag wordt verstoord, wordt vastgesteld (zie art. 14, derde lid, art. 37, derde lid, art. 39, tweede lid, art. 40, eerste lid en art. 41, eerste lid, van de Monumentenwet 1988 en art. 3a van de Ontgrondingenwet).

Nationaal Beleid

De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE) adviseert op grond van de Wet milieubeheer dat in het kader van een m.e.r.-procedure altijd een KNA-conform[45] archeologisch bureauonderzoek moet worden uitgevoerd, welke dient als basis voor de MER-teksten. Dit planMER vormt wat dat betreft een uitzondering. Er is geen separaat bureauonderzoek uitgevoerd, maar gebruik gemaakt van de reeds aanwezige gemeentelijke verwachtingskaarten. De gemeentelijke verwachtingskaarten, met daaraan toegevoegd een actualisatie van de bekende archeologische waarden vormen de basis van dit onderzoek. Motivering hiervoor is dat onderzoek op basis de gemeentelijke verwachtingskaarten een soortgelijk of

[44] De Wabo sluit voor de definitie van 'bouwwerk' aan bij de definitie van modelbouwverordening: "Elke constructie van enige omvang van hout, steen, metaal of ander materiaal, die op de plaats van bestemming hetzij direct of indirect met de grond verbonden is, hetzij direct of indirect steun vindt in of op de grond, bedoeld om ter plaatse te functioneren."

[45] Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie

beter inzicht verschaft in de in het studiegebied aanwezige archeologische waarden dan een separaat bureauonderzoek en dus geen afbreuk doet aan het wetenschappelijk gehalte van het onderzoek.

Archeologische Monumenten Kaart
De Archeologische Monumenten Kaart (AMK) bevat een overzicht van alle bekende behoudenswaardige archeologische terreinen in Nederland. De terreinen zijn beoordeeld op verschillende criteria en op grond daarvan zijn de terreinen ingedeeld in categorieën van archeologische waarde (o.a. de beschermde monumenten).

In het plangebied zijn meerdere AMK-terreinen gelegen. Voor AMK-terreinen geldt in principe een streven naar behoudt. De AMK is een gezamenlijk product van de RCE en de provincies.

Gemeentelijk beleid
De gemeenten zijn aangemerkt als bevoegd gezag en beschikken meestal over een eigen gemeentelijke archeologische verwachtingskaart. Het uit te voeren beleid is gekoppeld aan deze archeologische verwachtingen. Het beleid van de gemeenten is gericht op het behoud van het bodemarchief. Bij onontkoombare vernietiging van dit bodemarchief dienen archeologische waarden veiliggesteld te worden door archeologisch onderzoek. Het archeologisch onderzoek vergroot de kennis omtrent de bewoningsgeschiedenis.

Overige archeologische standaarden
Indicatieve Kaart Archeologische Waarden
De Indicatieve kaart Archeologische Waarden (IKAW) (Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, 2008) wordt geleverd als rasterbestand (schaal 1:50.000) en bevat een vlakdekkende en landsdekkende classificatie van de trefkans op archeologische waarden. Deze trefkans is gebaseerd op een kwantitatieve analyse en op archeologisch inhoudelijke kennis van het bodemarchief.

Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie
De Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) bevat alle eisen waaraan archeologisch onderzoek en het beheer van archeologische vondst- en documentatiemateriaal moet voldoen. De KNA is geen beleid, maar betreft normen die de archeologische beroepsgroep met elkaar heeft afgesproken. De KNA is het handboek dat de inhoudelijke en ambachtelijke eisen van archeologische werkzaamheden in het proces van Archeologische Monumentenzorg beschrijft en eisen stelt aan de uitvoerders binnen dat proces. Dit zijn zowel private partijen als publieke partijen. De Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (SIKB, 2013) wordt beheerd door het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Archeologie van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging (SIKB). De naleving van deze voorschriften wordt enerzijds gecontroleerd door de Erfgoed Inspectie Archeologie. Anderzijds heeft de RCE een belangrijke rol in haar hoedanigheid als vergunningverlener. Daarnaast richt de RCE zich op de inhoudelijke controle van onder haar verantwoordelijkheid uitgevoerde onderzoeken en de daarbij behorende Programma's van Eisen.

16.2.2 BEOORDELINGSKADER

De beschrijving en beoordeling van de milieugevolgen in dit planMER heeft als doel een goede afweging van de landschapstypen en de deelgebieden mogelijk te maken. Omdat het in voorliggend planMER om een effectbeoordeling op een zeer grote schaal gaat (heel Nederland), is het niet mogelijk om gedetailleerde broninformatie zoals gemeentelijke verwachtingskaarten of andere gedetailleerde bronnen te gebruiken. De IKAW en AMK-terreinen en waarnemingen zijn voor een beoordeling op dit schaalniveau wel geschikt.

In dit planMER vindt de effectbeoordeling op strategisch niveau plaats, op basis van landschapstypen en deelgebieden. Voor archeologie wordt daarmee een algemeen beeld geschetst van meer en mindere gevoeligheid van landschapstypen en deelgebieden op beïnvloeding van archeologische bekende en verwachte waarden. Wanneer in een volgende planfase bij locatiekeuzes en vergunningenprocedures productielocaties worden geselecteerd, zal archeologie wel van invloed zijn. In geval van bodemverstoring zal archeologie moeten worden onderzocht volgens de Archeologische Monumenten Cyclus (AMZ). Dit bestaat uit bureauonderzoeken en eventueel veldwerk van booronderzoek tot opgraving. Ook planaanpassing, het ontzien van bekende archeologische waarden, behoort tot de mogelijkheden.

In Tabel 16.2 is het gehanteerde beoordelingskader opgenomen. In het beoordelingskader is onderscheid gemaakt tussen twee beoordelingscriteria, respectievelijk bekende archeologische waarden en verwachte archeologische waarden. Daarbij is aangegeven aan welke norm de twee deelcriteria zijn getoetst.

Criterium	Methode	Toetsing/norm
Aantasting bekende archeologische waarden	Kwantitatief	Gemiddeld aantal bekende waarden per ha, AMK-terreinen en waarnemingen
Aantasting van verwachte archeologische waarden.	Kwantitatief	Gemiddelde oppervlakte per ha IKAW (middel) hoge verwachtingswaarden

Tabel 16.2 Beoordelingskader archeologie

16.2.2.1 EFFECTEN

Voor het thema archeologie is het van belang dat bodem beroerende activiteiten in kaart worden gebracht. Mogelijke effecten zoals bodemverstoring, aardbevingen, bodemvervuiling en bodemdaling en zetting kunnen een bedreiging vormen voor de bekende en verwachte archeologische waarden. Deze kunnen optreden in de fasen van het opsporen, boren, fracken en winnen van schaliegas. Naast het daadwerkelijke boren, kunnen effecten ook optreden bij de aanleg van leidingen en bouwwegen.
Wanneer bij een calamiteit bodemverstoring optreedt, kan dat een groter effect hebben op bekende en verwachte waarden.

16.2.2.2 EFFECTBEOORDELING BEKENDE ARCHEOLOGISCHE WAARDEN

Bekende archeologische waarden is de verzamelnaam voor:
- Archeologische monumenten (AMK terreinen);
- ARCHISII waarnemingen[46];

In dit hoofdstuk is inzichtelijk gemaakt of het ene landschapstype of deelgebied meer bekende archeologische waarden bergt dan de andere en daarmee een relatief groter kans heeft op beïnvloeding van bekende archeologische waarden in geval van bodemverstoring.

Om de effecten op bekende archeologische waarden inzichtelijk te maken, zijn achtereenvolgens de volgende stappen doorlopen:

[46] ARCHIS II is de landelijke archeologische database (Archeologisch Informatie Systeem) waarin AMK terreinen, waarnemingen en onderzoeken geraadpleegd kunnen worden. ARCHIS wordt beheert door de RCE.

Stap 1: inventariseren gegevens
Om de bekende archeologische waarden in de landschapstypen inzichtelijk te maken is gebruik gemaakt van de aantallen AMK-terreinen en de waarnemingen in ARCHIS II per landschapstype.

Stap 2: effectbepaling
Voor de effectbepaling is gekeken naar het aantal bekende archeologische waarden dat in de landschapstypen en deelgebieden aanwezig is. Hoe meer bekende waarden hoe negatiever het landschapstype tegenover de andere scoort.

Tabel 16.3 geeft de scoringsmethodiek voor de *bekende* archeologische waarden weer. Uitgangspunt voor de schaalverdeling is het percentage relatieve (gecorrigeerd naar oppervlakte) bekende waarden aanwezig in een deelgebied, gecorrigeerd naar de oppervlakte van het deelgebied. Een positief effect is niet van toepassing voor het thema archeologie. Bij een neutraal effect is er sprake van een gebied waarin zich geen bekende archeologische waarden bevinden. Er is sprake van een beperkte gevoeligheid van een deelgebied voor het beïnvloeden van bekende archeologische waarden als het percentage bekende archeologische waarden 0-15% is. Als er meer dan 15% bekende archeologische waarden aanwezig zijn in het deelgebied, wordt het deelgebied als gevoelig beoordeeld. De percentages aanwezige archeologische waarden tellen samen op tot 100%. Binnen deze percentages is vervolgens bepaald vanaf welke grens een deelgebied of landschapstype een effectbeoordeling van ‘gevoelig’ krijgt. Er geldt dus geen nationale grenswaarde waarboven een landschapstype of deelgebied negatief scoort, maar is feitelijk een arbitrair percentage dat wordt bepaald ten opzichte van de percentages aanwezige archeologische waarden. Aangezien deze waarden tussen de 0,4% en 37,0% vallen, is de grenswaarde op 15% gesteld.

Score	Omschrijving
Positief effect	Niet van toepassing bij archeologie
Beperkt positief effect	Niet van toepassing bij archeologie
Neutraal (geen of te verwaarlozen effect)	Wanneer geen bekende archeologische waarden in het landschapstype aanwezig zijn
Beperkt negatief effect	Laag percentage monumenten en waarnemingen* (0-15%)
Negatief effect	Hoog tot middelhoog percentage monumenten en waarnemingen* (15-100%)

Tabel 16.3 Scoringsmethodiek bekende archeologische waarden

** Wanneer archeologische waarden niet in de grond kunnen worden behouden (in situ) dan volgt een opgraving waarna de archeologische waarden ergens anders worden bewaard (ex situ). In de Nederlandse archeologie staat ex situ gelijk aan vernietiging. Wel wordt een deel van de kennis die erin besloten ligt gedocumenteerd, maar tegelijkertijd gaat een groot deel van de kennis verloren omdat er nu nog geen technieken beschikbaar zijn die in de toekomst wel die kennis kunnen ontsluiten. Daarom ligt de focus op behoudt in situ.*

Wanneer de kans op bedreiging van bekende archeologische waarden klein wordt geacht, dan betekent dit dat er vanuit gegaan wordt dat er door middel van een inpassingsplan relatief gemakkelijk rekening kan worden gehouden met deze gebieden door de positionering van een productielocatie te verplaatsen naar een gebied waar zich geen archeologische waarden in de grond bevinden. Wanneer de kans op bedreiging van bekende archeologische waarden groot wordt geacht, dan betekent dit dat er vanuit wordt gegaan dat er minder speelruimte is om de productielocatie te verplaatsen naar een gebied waar zich geen archeologische waarden in de grond bevinden, omdat de kans groot is dat er zich op een groter oppervlak archeologische waarden in de grond bevinden.

16.2.2.3 EFFECTBEOORDELING VERWACHTE ARCHEOLOGISCHE WAARDEN

Veel archeologische waarden die in de grond zitten, zijn nog niet bekend. Wel kan op basis van de geschiedenis van het gebied en gebiedskenmerken een inschatting worden gemaakt waar archeologische waarden te verwachten zijn. Uitgangspunt voor het planMER is de verwachte trefkans. Daarbij dient opgemerkt te worden dat het hier gaat om 'verwachte' archeologische waarden. De kans op verstoring van archeologische waarden in een gebied met een hoge trefkans wordt groter geacht dan verstoring van een gebied met een middelhoge of lage trefkans.

Voor het bepalen van de archeologische verwachtingswaarden is gebruik gemaakt van de zogenoemde IKAW die het mogelijk maakt om een kwantitatieve beoordeling te doen. De IKAW geeft een overzicht van de verwachtingswaarden op nationaal niveau en biedt de mogelijkheid de oppervlaktes van archeologische verwachtingswaarden in de landschapstypen te berekenen.

De IKAW is een landelijk bestand en is het resultaat van een rekenkundige bewerking op basis van een model van de ROB (Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, voorganger van het huidige RCE). Uitgangspunt bij de vervaardiging van de IKAW is dat er een verband bestaat tussen de bodemgesteldheid en activiteiten van mensen in het verleden, bijvoorbeeld akkerbouw. Op grond daarvan is op de IKAW aangegeven hoe groot de kans is om bij de uitvoering van plannen op archeologische resten te stuiten.

Tabel 16.4 geeft de scoringsmethodiek voor *verwachte* archeologische waarden weer. De scoring is gebaseerd op de totale (kwantitatieve) oppervlakte van middelhoge en hoge verwachte archeologische waarden. Aangezien enkel de verwachte archeologische waarden beoordeeld worden, is er geen sprake van een neutraal effect. Er is sprake van een beperkte gevoeligheid van een deelgebied voor het beïnvloeden van verwachte archeologische waarden als het percentage van het oppervlak met een middelhoge tot hoge verwachtingswaarde tussen de 0 en 50% is. Als meer dan 50% van het oppervlak een middelhoge of hoge verwachtingswaarde heeft, wordt het deelgebied als gevoelig beoordeeld. Dat de grenswaarde van beperkt gevoelig en gevoelig bij 50% ligt en dus hoger ligt dan bij de bekende archeologische waarden heeft betrekking op het feit dat er sprake is van een trefkans in plaats van een vastgesteld gegeven. Vanwege deze onzekerheid is het percentage voor deze grenswaarde hoger gesteld dan voor de bekende waarden.

Scoringsmethodiek verwachte archeologische waarden
Niet van toepassing bij archeologie.
Niet van toepassing bij archeologie.
Niet van toepassing bij archeologie
Totale percentage oppervlakte met (middel)hoge verwachting (0-50 %)
Totale percentage oppervlakte met (middel)hoge verwachting (50-100 %)

Tabel 16.4 Scoringsmethodiek verwachte archeologische waarden

Of daadwerkelijk archeologische waarden aanwezig zijn op deze locaties kan alleen door veldonderzoek worden vastgesteld. Er wordt op gewezen dat een lage trefkans slechts betekent dat het minder waarschijnlijk is dat er archeologische waarden aanwezig zijn dan in zones met een hogere trefkans. Het blijft mogelijk dat er zich archeologische waarden bevinden.

16.3 EFFECTBESCHRIJVING-EN BEOORDELING

In deze paragraaf worden de effectbeoordelingen van de bekende en verwachte archeologische waarden weergegeven voor de verschillende landschapstypen. Voor zowel de bekende als de verwachte archeologische waarden wordt een korte toelichting gegeven.

16.3.1 VERGELIJKING LANDSCHAPSTYPEN

16.3.1.1 *BEKENDE WAARDEN*

In Tabel 16.5en Tabel 16.6 is respectievelijk het gemiddelde aantal waarnemingen en het gemiddeld aantal AMK –terreinen (monumenten) per hectare weergegeven. Daarnaast is in beide tabellen het totale percentage aan respectievelijk de waarnemingen en de AMK terreinen per landschapstype weergegeven waarbij alle landschapstypen bij elkaar opgeteld 100% zijn. Vervolgens is in kleur de effectbeoordeling weergegeven.

	Aantal waarnemingen	Opp. [ha]	Aantal waarnemingen per ha	Verhouding waarnemingen per ha t.o.v. totaal [%]
Droogmakerijen	953	84,995	1.12E-02	5.7
Heuvelland	880	15,992	5.50E-02	27.9
Veenkoloniën	262	40,817	6.42E-03	3.3
Kustzone	360	15,825	2.27E-02	11.5
Laagveengebied	2,076	93,146	2.23E-02	11.3
Rivierengebied	6,326	147,128	4.30E-02	21.8
Zandgebied	11,634	613,671	1.90E-02	9.6
Zeekleigebied	2,248	127,235	1.77E-02	9.0

Tabel 16.5 Effectbeoordeling waarnemingen

	Aantal monumenten	Opp. [ha]	Aantal monumenten per ha	Verhouding monumenten per ha t.o.v. totaal [%]
Droogmakerijen	46	84,995	5.41E-04	2.2
Heuvelland	92	15,992	5.75E-03	23.2
Veenkoloniën	42	40,817	1.03E-03	4.1
Kustzone	33	15,825	2.09E-03	8.4
Laagveengebied	676	93,146	7.26E-03	29.3
Rivierengebied	558	147,128	3.79E-03	15.3
Zandgebied	1,002	613,671	1.63E-03	6.6
Zeekleigebied	346	127,235	2.72E-03	11.0

Tabel 16.6 Effectbeoordeling AMK-terreinen (monumenten)

Wat betreft de aantallen waarnemingen zijn de landschapstypen heuvelland en rivierengebied gevoelig voor de beinvloeding van archeologische waarden. Wat betreft de AMK-terreinen zijn de landschapstypen heuvelland, laagveengebied en rivierengebied gevoelig voor de beinvloeding van archeologische waarden. Voor alle overige landschapstypen geldt dat ze beperkt gevoelig zijn wat betreft de waarnemingen en AMK-terreinen.

16.3.1.2 VERWACHTE WAARDEN

In Tabel 16.7 zijn de oppervlakten met lage, middelhoge en hoge trefkans (op basis van de IKAW) weergegeven en opgeteld voor het verkrijgen van de totale oppervlakte. In Tabel 16.8 zijn vervolgens de percentages van de lage, middelhoge en hoge trefkans weergegeven. Tot slot zijn in de laatste kolom van deze tabel de percentages van de middelhoge en hoge trefkans van de verwachte waarden per landschapstype bij elkaar opgeteld zodat de landschapstypen tegen elkaar kunnen worden gescoord en is in kleur de effectbeoordeling weergegeven.

Landschapstype	Lage trefkans opp. [ha]	Middelhoge trefkans opp. [ha]	Hoge trefkans opp. [ha]	Totaal oppervlakte [ha]
Droogmakerijen	23,615	14,390	9,409	47,413
Heuvelland	3,805	5,180	3,621	12,606
Veenkoloniën	18,619	16,674	4,705	39,998
Kustzone	1,648	6,329	3,255	11,232
Laagveengebied	59,953	20,517	5,069	85,539
Rivierengebied	71,964	22,189	41,928	136,081
Zandgebied	310,540	147,735	126,570	584,844
Zeekleigebied	71,124	26,603	8,075	105,803

Tabel 16.7 Oppervlakten verwachte waarden per landschapstype

Landschapstype	Lage trefkans % opp.	Middelhoge trefkans % opp.	Hoge trefkans % opp.	Middelhoge of hoge trefkans % opp.
Droogmakerijen	50	30	20	50
Heuvelland	30	41	29	70
Veenkoloniën	47	42	12	53
Kustzone	15	56	29	85
Laagveengebied	70	24	6	30
Rivierengebied	53	16	31	47
Zandgebied	53	25	22	47
Zeekleigebied	67	25	8	33

Tabel 16.8 Effectbeoordeling verwachte waarden landschapstypen

De landschapstypen zijn gevoelig voor de beinvloeding van verwachte archeologische waarden wanneer het percentage van de verwachte waarden per landschapstype bij elkaar opgeteld hoger is dan 50%. Dit is het geval voor de landschapstypen droogmakerijen, heuvelland, veenkolonien en kustzone. De rest van de landschapstypen zijn beperkt gevoelig voor de beïnvloeding van verwachte archeologische waarden.

16.3.2 VERGELIJKING DEELGEBIEDEN

16.3.2.1 *BEKENDE WAARDEN*

In Tabel 16.9 en Tabel 16.10 is respectievelijk het gemiddelde aantal waarnemingen en het gemiddeld aantal AMK-terreinen (monumenten) per hectare per deelgebied weergegeven. Daarnaast is in beide tabellen het totale percentage per deelgebied (en de opdeling daarbinnen, zie de kaart deelgebieden in hoofdstuk 5 van deel A) weergegeven, waarbij alle deelgebieden bij elkaar 100 % zijn. Vervolgens is in kleur de effectbeoordeling weergegeven.

Deelgebied	Aantal waarnemingen	Opp. [ha]	Aantal waarnemingen per ha	Verhouding waarnemingen per ha t.o.v. totaal [%]
Zuid-Limburg	880	15.992	0.055	17,9
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied A	1109	60131	0.018	6.0
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied B	3515	158974	0.022	7.2
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied C	6667	144114	0.046	15.1
Oost-Nederland	3351	261847	0.013	4.2
Noord-Nederland, subgebied A, Noord	245	38215	0.006	2.1
Noord-Nederland, subgebied A, Zuid	178	37573	0.005	1.5
Noord-Nederland, subgebied B, Noord	192	16335	0.012	3.8
Noord-Nederland, subgebied B, Zuid	15	5533	0.003	0.9
Noord-Nederland, subgebied C	39	10640	0.004	1.2
Groene Hart	4133	189747	0.022	7.1
Laag Holland	361	18672	0.019	6.3
Flevoland	799	36586	0.022	7.1
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	402	55586	0.007	2.4
Zuidvleugel	1770	59461	0.030	9.7
Kustzone	360	15.825	0,023	7,4

Tabel 16.9 Effectbeoordeling bekende waarnemingen per deelgebied

De deelgebieden Zuid-Limburg en Noord-Brabant/ Noord-Limburg, subgebied C bevatten, gecorrigeerd naar de oppervlakte, de meeste waarnemingen en zijn daarom gevoelig voor beïnvloeding van bekende waarnemingen.

Deelgebied	Aantal monumenten	Opp. [ha]	Aantal monumenten per ha	Verhouding monumenten per ha t.o.v. totaal [%]
Zuid-Limburg	92	15992	0.006	10.0
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied A	70	60131	0.001	2.0
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied B	342	158974	0.002	3.8
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied C	353	144114	0.002	4.3
Oost-Nederland	350	261847	0.001	2.3
Noord-Nederland, subgebied A, Noord	81	38215	0.002	3.7
Noord-Nederland, subgebied A, Zuid	36	37573	0.001	1.7
Noord-Nederland, subgebied B, Noord	38	16335	0.002	4.1
Noord-Nederland, subgebied B, Zuid	1	5533	0.000	0.3
Noord-Nederland, subgebied C	99	10640	0.009	16.2
Groene hart	523	189747	0.003	4.8
Laag Holland	342	18672	0.018	32.0
Flevoland	83	36586	0.002	4.0
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	65	55586	0.001	2.0
Zuidvleugel	175	59461	0.003	5.1
Kustzone	33	15825	0.002	3.6

Tabel 16.10 Effectbeoordeling bekende AMK-terreinen (monumenten) per deelgebied

De deelgebieden Noord-Nederland, subgebied C en Laag Holland bevatten de meeste monumenten en zijn gevoelig voor de beinvloeding van archeologische waarden.

16.3.2.2 VERWACHTE WAARDEN

In Tabel 16.11 zijn de oppervlakten met lage, middelhoge en hoge trefkans (op basis van de IKAW) weergegeven en opgeteld voor het verkrijgen van de totale oppervlakte, In Tabel 16.12 zijn vervolgens de percentages van de lage, middelhoge en hoge trefkans weergegeven. Tot slot zijn de verwachte waarden per deelgebied bij elkaar opgeteld zodat de deelgebieden tegen elkaar kunnen worden gescoord en is in kleur de effectbeoordeling weergegeven.

Deelgebied	Lage trefkans opp. [ha]	Middelhoge trefkans opp. [ha]	Hoge trefkans opp. [ha]	Totaal oppervlakte [ha]
Zuid-Limburg	3805.248573	5180	3620.58118	12605.88115
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied A	305151613.1	135030241.3	138801474	578983328.1
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied B	746328182.3	356171482.5	376860943	1479360608
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied C	532872263.7	446803779.5	403962582	1383638625
Oost-Nederland	1527079426	502089320.7	472768916	2501937663
Noord-Nederland, subgebied A noord	210990910.3	126473441.1	20432175	357896526.7
Noord-Nederland, subgebied A zuid	215286469.2	108386093.7	26045705	349718268.2
Noord-Nederland, subgebied B, noord	17929878.8	85311864.67	58503437	161745180.9
Noord-Nederland, subgebied B_zuid	21722958.46	26138977.02	4366352	52228287.18
Noord-Nederland, subgebied C	72339709.98	5175497.178	16532228	94047435.61
Groene hart	997726034.9	273808914.4	267873254	1539408203
Laag Holland	68657121.38	2453700.975	0	71110822.36
Flevoland	156631149.5	110122972.2	91955537	358709659
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	391096005.8	86204236.64	8468810	485769052.9
Zuidvleugel	243433487	168871543.3	54125997	466431027.3
Kustzone	1648.381528	6329	3254.971022	11231.94742

Tabel 16.11 Oppervlakten verwachte waarden per deelgebied

Deelgebied	Lage trefkans % opp.	Middelhoge trefkans % opp.	Hoge trefkans % opp.	Middelhoge of hoge trefkans % opp.
Zuid-Limburg	30	41	29	70
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied A	53	23	24	47
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied B	50	24	25	50
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied C	39	32	29	61
Oost-Nederland	61	20	19	39
Noord-Nederland, subgebied A_noord	59	35	6	41
Noord-Nederland, subgebied A_zuid	62	31	7	38
Noord-Nederland, subgebied_B_noord	11	53	36	89
Noord-Nederland, subgebied B_zuid	42	50	8	58
Noord-Nederland, subgebied C	77	6	18	23
Groene hart	65	18	17	35
Laag Holland	97	3	0	3
Flevoland	44	31	26	56
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	81	18	2	19
Zuidvleugel	52	36	12	48
Kustzone	15	56	29	85

Tabel 16.12 Effectbeoordeling verwachte waarden per deelgebied

De deelgebieden Zuid-Limburg, Noord-Brabant/ Noord-Limburg, subgebied B, Noord-Brabant/ Noord-Limburg, subgebied C, Noord-Nederland, subgebied B noord, Noord-Nederland, subgebied B zuid, Flevoland en Kustzone bevatten de grootste oppervlaktes met middelhoge/hoge verwachte archeologische waarden. Daarmee zijn deze deelgebieden gevoelig voor beïnvloeding van verwachte archeologische waarden. De overige deelgebieden zijn beperkt gevoelig.

16.3.3 OVERZICHT EFFECTBEOORDELING

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de effectbeoordelingen van de bekende en verwachte archeologische waarden voor de verschillende landschapstypen en deelgebieden.

16.3.3.1 *LANDSCHAPSTYPEN*

In onderstaande tabel zijn de effectbeoordelingen van de bekende waarnemingen en monumenten en verwachte waarden (IKAW) naast elkaar gezet om de landschapstypen te kunnen vergelijken.

Landschapstype	Bekende waarden		Verwachte waarden
	Waarnemingen	**Monumenten**	**IKAW**
Droogmakerijen	Betreft 5,7% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 2,2% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 50% van het landschapstype, betreft een gevoelig gebied
Heuvelland	Betreft 27,9% van het landschapstype, betreft een gevoelig gebied	Betreft 23,2% van het landschapstype, betreft een gevoelig gebied	Betreft 70% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied
Veenkoloniën	Betreft 3,3% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 4,1% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 53% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied
Kustzone	Betreft 11,5% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 8,4% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 85% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied
Laagveengebied	Betreft 11,3% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 29,3% van het landschapstype, betreft een gevoelig gebied	Betreft 30% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied
Rivierengebied	Betreft 21,8% van het landschapstype, betreft een gevoelig gebied	Betreft 15,3% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 47% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied
Zandgebied	Betreft 9,6% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 6,6% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 47% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied
Zeekleigebied	Betreft 9,0% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 11,0% van het landschapstype, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 33% van het landschapstype, betreft een gevoelig gebied

Tabel 16.13 Vergelijking effectbeoordeling landschapstypen

De veenkoloniën, de droogmakerijen en de kustzone zijn beperkt gevoelig voor de beïnvloeding van bekende waarden, maar gevoelig voor de beïnvloeding van verwachte waarden. Heuvelland, laagveengebied en rivierengebied scoren gevoelig wat betreft de aantasting bij bodemverstoring op archeologische bekende waarden. De landschapstypen zijn niet echt onderscheidend ten opzichte van elkaar.

16.3.3.2 DEELGEBIEDEN

In onderstaande tabel zijn de effectbeoordelingen van de bekende waarnemingen en monumenten en verwachte waarden (IKAW) naast elkaar gezet om de deelgebieden te kunnen vergelijken.

Deelgebied	Bekende waarden		Verwachte waarden
	Waarnemingen	Monumenten	IKAW
Zuid-Limburg	Betreft 17,9% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 10,0% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft70% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied A	Betreft 6,0% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 2,0% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 47% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied B	Betreft 7,2% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 3,8% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 50% van het deelgebied, betreft een gevoelig gebied
Noord-Brabant, Noord-Limburg, subgebied C	Betreft 15,1% van het deelgebied, betreft een gevoelig gebied	Betreft 4,3% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 61% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Oost-Nederland	Betreft 4,2% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 2,3% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 39% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Noord-Nederland, subgebied A noord	Betreft 2,1% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 3,7% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 41% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Noord-Nederland, subgebied A_zuid	Betreft 1,5% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 1,7% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 38% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Noord-Nederland, subgebied B noord	Betreft 3,8% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 4,1% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 89% van het deelgebied, betreft een gevoelig gebied
Noord-Nederland, subgebied B_zuid	Betreft 0,9% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 0,3% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 58% van het deelgebied, betreft een gevoelig gebied
Noord-Nederland, subgebied C	Betreft 1,2% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 16,2% van het deelgebied, betreft een gevoelig gebied	Betreft 23% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Groene hart	Betreft 7,1% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 4,8% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 35% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Laag Holland	Betreft 6,3% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 32,0% van het deelgebied, betreft een gevoelig gebied	Betreft 3% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Flevoland	Betreft 7,1% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 4,0% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 56% van het deelgebied, betreft een gevoelig gebied
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	Betreft 2,4% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 2,0% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 19% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied
Zuidvleugel	Betreft 9,7% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 5,1% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 48% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied

Kustzone	Betreft 7,4% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 3,6% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied	Betreft 85% van het deelgebied, betreft een beperkt gevoelig gebied

Tabel 16.14 Vergelijking effectbeoordeling deelgebieden

De deelgebieden zijn niet echt onderscheidend wat betreft archeologie. Zuid-Limburg en Noord-Brabant/ Noord-Limburg, subgebied C kunnen op basis van deze tabel mogelijk als gevoelig gebied worden gezien voor beinvloeding van archeologische waarden. Dit betekent dat er relatief (gecorrigeerd naar oppervlakte) veel bekende en verwachte waarden aanwezig zijn. De andere deelgebieden scoren allemaal beperkt gevoelig.

Het is echter zo dat op dit niveau (beoordeling op basis van landschapstypen en deelgebieden) archeologie een algemeen beeld schetst van een meer en of mindere gevoeligheid van een deelgebied op beïnvloeding van archeologische bekende en verwachte waarden. Op dit strategische beoordelingsniveau levert dat weinig tot geen onderscheid op tussen deelgebieden. Archeologie gaat wel een rol spelen wanneer in een volgende planfase een locatie wordt geselecteerd. Voor alle (concrete) locatiekeuzes geldt dat in het geval van bodemverstoring archeologie moet worden onderzocht volgens de Archeologische Monumenten Cyclus (AMZ). Dit bestaat uit bureauonderzoeken en eventueel veldwerk van booronderzoek tot opgraving. Ook planaanpassing, het ontzien van bekende archeologische waarden, behoort dan tot de mogelijkheden.

16.4 GRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN

Vergravingen en daardoor directe aantasting van archeologische waarden vindt alleen plaats op Nederlands grondgebied. Een indirect grensoverschrijdend effect treedt op wanneer als gevolg van schaliegas- en schalieoliewinning bij de grens bodemverstoring optreedt als gevolg van bijvoorbeeld aardbevingen en mogelijke vervuilingen. Archeologische waarden in het buitenland kunnen dan worden bedreigd. Wanneer langs de grens grootschalig grondwater wordt onttrokken kan dit daling van de grondwaterspiegel over de grens veroorzaken. Wanneer archeologische waarden, die eerst onder water lagen, boven water komen te liggen, kunnen deze waarden worden bedreigd door de reactie met zuurstof. Over de grens zijn dezelfde soort archeologische waarden te verwachten als in Nederland.

16.5 CUMULATIE

Cumulatie in ruimte is relevant voor de beoordeling van het thema archeologie. Indien er meerdere winningen plaatsvinden, heeft dit een effect op de bedreiging voor de archeologische waarden in een gebied. Meerdere winningen gaan gepaard met een groter totaal ruimtebeslag in een gebied, wat als gevolg heeft dat de kans op aantasting van archeologische waarden vergroot wordt omdat er op een groter oppervlak bodemverstoring optreedt. Voor bedreiging van bekende en verwachte archeologische waarden maakt het niet uit of de winningen gespreid of geconcentreerd plaatsvinden. Voor ieder scenario zal gekeken moeten worden naar de inpassing en het mogelijke effect op archeologische waarden in het relevante gebied. Op basis hiervan kan vervolgens gekeken worden of een gebied met een hoog percentage bekende en/of verwachte archeologische waarden vermeden kan worden.

Cumulatie in tijd is niet relevant voor het thema archeologie. De uitvoering van bijvoorbeeld een boring veroorzaakt bodemverstoring op het moment van de boring, wat een bedreiging kan vormen voor de in de bodem aanwezige archeologische waarden. De duur van deze boring heeft geen invloed op de kans op

deze bedreiging, aangezien de archeologische waarden dus al op het eerste moment wel of niet aangetast worden.

16.6 GEVOELIGHEIDSANALYSE

Net als in voorgaande aspecten geldt hoe groter de winning en dus meer bodemverstoring bij de bouw van de boorinstallaties hoe negatiever het effect op archeologie. Dit geldt ook voor bodemvervuiling, daling van de grondwaterspiegel en aardbevingen. In Tabel 16.15 is een overzicht gegeven van de uitgangspunten van de voorbeeldwinning en de gevoeligheidsanalyse.

Uitgangspunt	Voorbeeldwinning	Gevoeligheidsanalyse
Omvang productielocaties	100 x 150 meter	Een verandering in het oppervlak van de productielocatie betekent een verandering in het effect op de archeologische waarden. Bij een toename in de oppervlakte wordt er meer vergraven en neemt daarmee het potentiele effect toe. Bij een afname in de oppervlakte neemt het potentiele effect af.
Transportwijze	Buisleidingen (ondergronds), voor 13 productielocaties is min. 65 km aan leidingen nodig (13 x 5 km).	Wanneer wordt gekozen voor een andere wijze van transport, kan de aanleg van leidingen beperkt worden en dat betekent een vermindering van het te verstoren ondergrond, waardoor sprake is van een kleinere kans op bedreiging van archeologische waarden.
Netto watergebruik	1.067 m^3/put	Het watergebruik kan van invloed zijn op de (grond)waterstanden en daarmee verdrogingseffecten mede bepalen. Groter watergebruik kan leiden tot een grotere daling van de grondwaterspiegel en daarmee een toename van het potentiele effect op archeologische waarden.
Aanvoer water	Per leiding	Wanneer wordt gekozen voor een andere wijze van aanvoer, kan de aanleg van leidingen beperkt worden en dat betekent een vermindering van het te verstoren ondergrond, waardoor sprake is van een kleinere kans op bedreiging van archeologische waarden.
Aan- en afvoer gas en water	65 km leiding	Een toename in de benodigde afstand aan leidingen betekent een toename van vergraving, waardoor er een grotere kans is op bedreiging van archeologische waarden. Een afname van de afstand betekent een kleinere kans op de bedreiging van archeologische waarden.
Oppervlakte productielocatie	150m x 100m	Een verandering in het oppervlak van de productielocatie betekent een verandering in het effect op de bodemberoering voor de aanleg. Bij een toename wordt er meer vergraven en neemt daarmee de kans op bedreiging van archeologische waarden toe. Bij een afname in de oppervlakte neemt de kans juist af.

Oppervlakte gasbehandelingsinstallatie (incl. zuivering)	110m x 130 m	Een verandering in het oppervlak van de gasbehandelingsinstallatie betekent een verandering in het effect op de bodemberoering voor de aanleg. Bij een toename wordt er meer vergraven en neemt daarmee de kans op bedreiging van archeologische waarden toe. Bij een afname in de oppervlakte neemt de kans juist af.

Tabel 16.15 Gevoeligheidsanalyse archeologie

Schalieolie
Naast schaliegaswinning wordt ook schalieoliewinning in beoordeeld. Het boorproces, het aantal putten en de duur van de winning zijn identiek aan schaliegaswinning. De effectbeoordeling voor archeologie is in geval van schalieoliewinning is daardoor dezelfde als in het geval van schaliegaswinning.

16.7 AANDACHTSPUNTEN VOOR DE VERDERE PLANVORMING

Archeologische waarden kunnen worden beschermd door de bodem waarin deze waarden zich bevinden onaangetast te laten (behoud in situ). De plaatsing van boorinstallaties kan eventueel aanwezige archeologische waarden verstoren.

Als blijkt dat de plaatsing van een boorinstallatie of het daadwerkelijk boren naar schaliegas bekende of verwachte archeologische waarden zal verstoren, is planaanpassing als mitigerende maatregel een optie. Indien dit niet mogelijk is, is slechts het documenteren van de te vernietigen waarden een optie (behoud ex situ). Dit kan door middel van een archeologische opgraving. Indien door planaanpassing kan worden voorkomen dat boorinstallaties op archeologische waarden worden geplaatst, is het effect op archeologie neutraal.
Het ontzien van archeologische bekende en verwachte waarden door middel van planaanpassing kan effecten op archeologie en daarmee kosten voorkomen. In geval van bodemverstoring zal archeologie moeten worden onderzocht volgens de Archeologische Monumenten Cyclus (AMZ). Dit bestaat uit bureauonderzoeken en eventueel veldwerk van booronderzoek tot opgraving.

16.8 LEEMTEN IN KENNIS EN AANZET EVALUATIEPROGRAMMA

Voor dit planMER is gebruik gemaakt van de verwachtingskaart IKAW. Een inherent probleem van onderzoek naar archeologie op planMER-niveau is dat het gebaseerd wordt op verwachtingen en aannamen. Er wordt daarom in de bureauonderzoeken slechts gesproken over verwachtingen. Dit geldt zelfs in zekere mate voor bekende waarden: van deze waarden is binnen het onderzoek niet bekend hoe groot de daadwerkelijke vindplaatsen zijn en hoe deze zijn geconserveerd. Totdat de bodem wordt opengelegd is in feite niet te bepalen of archeologische waarden aanwezig zijn en wat daarvan de precieze datering en omvang is.

Uiteindelijk zal bij de vervolgprocedures voor de locatiekeuzes van de productielocaties en de benodigde vergunningen een inventariserend veldonderzoek moeten worden uitgevoerd op die locaties die volgens de gemeentelijke verwachtingskaarten moeten worden onderzocht. De voorkeur is dan om als eerste de productielocatie te verplaatsen naar een locatie met geen, een lage of een lagere verwachting om verstoring van archeologische waarden zo veel mogelijk te voorkomen.

Als dit niet mogelijk is, zal vervolgonderzoek nodig zijn en wanneer blijkt dat uit het verkennende onderzoek een intacte bodem of archeologische indicatoren zijn aangetroffen, moet vervolgonderzoek worden uitgevoerd in overleg met het bevoegd gezag. Vervolgonderzoek kan bestaan uit een karterend booronderzoek, proefsleuven of een definitieve opgraving. Ook kan het zijn dat op bepaalde locaties volgens deze verwachtingskaarten geen onderzoek hoeft te worden uitgevoerd.

Aanzet voor evaluatieprogramma

Het is mogelijk dat er effecten op archeologische waarden optreden buiten een toekomstige locatie voor schaliegaswinning. Dit kan bijvoorbeeld zijn vervuiling door olie en vervuild grondwater waardoor archeologie wordt aangetast. Het dalen of juist stijgen van de grondwaterspiegel door onttrekking in het plangebied kan effecten hebben op archeologie omdat het gaat reageren met zuurstof of juist niet meer kan reageren met zuurstof en verzadigd raakt met (vervuild)water. Indien deze aspecten vanuit milieu worden gemonitord, kan archeologie hierbij indirect worden meegenomen.